



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

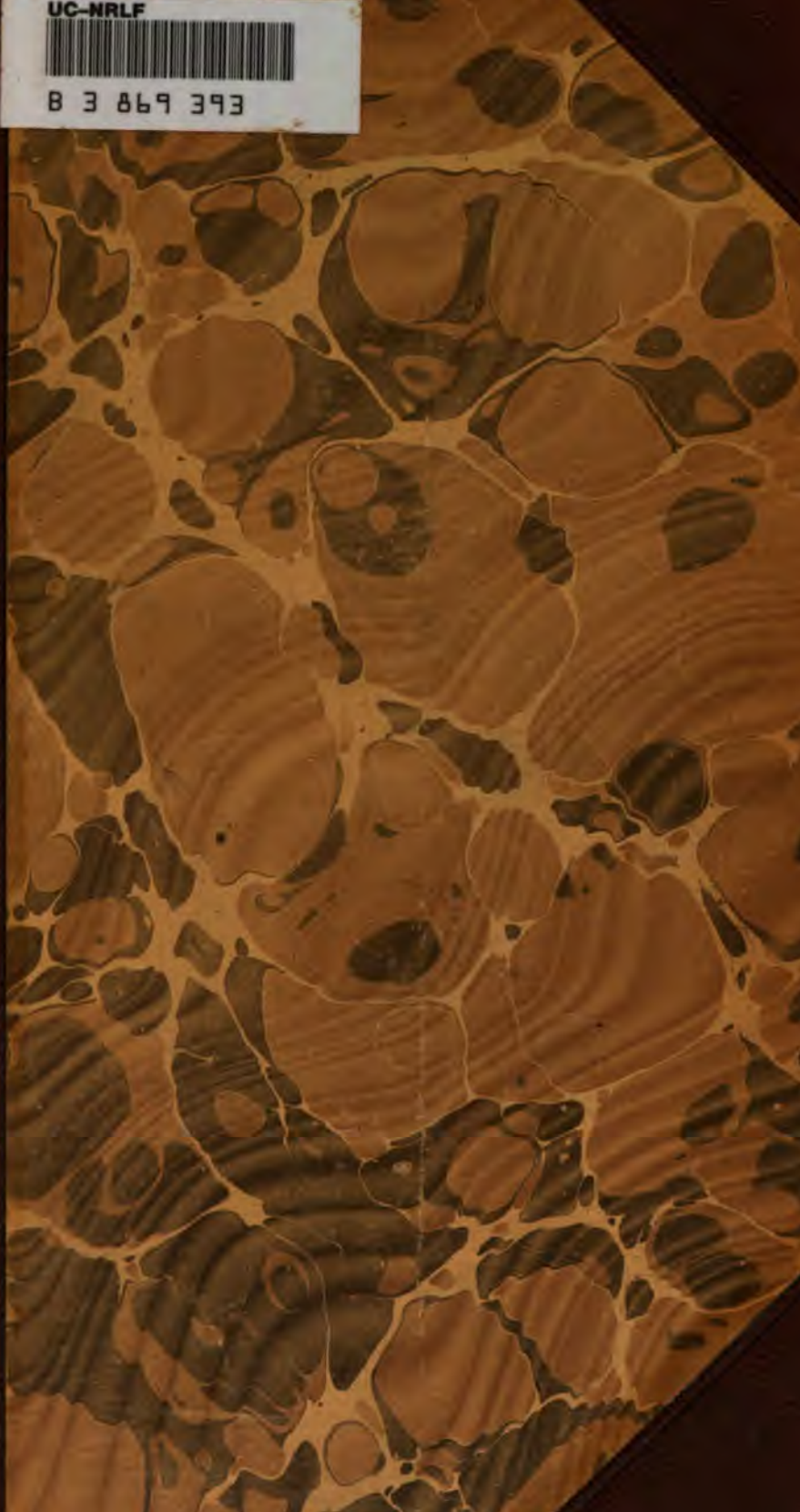
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

UC-NRLF



8 3 869 393



Main Lib.

Anat. dept.

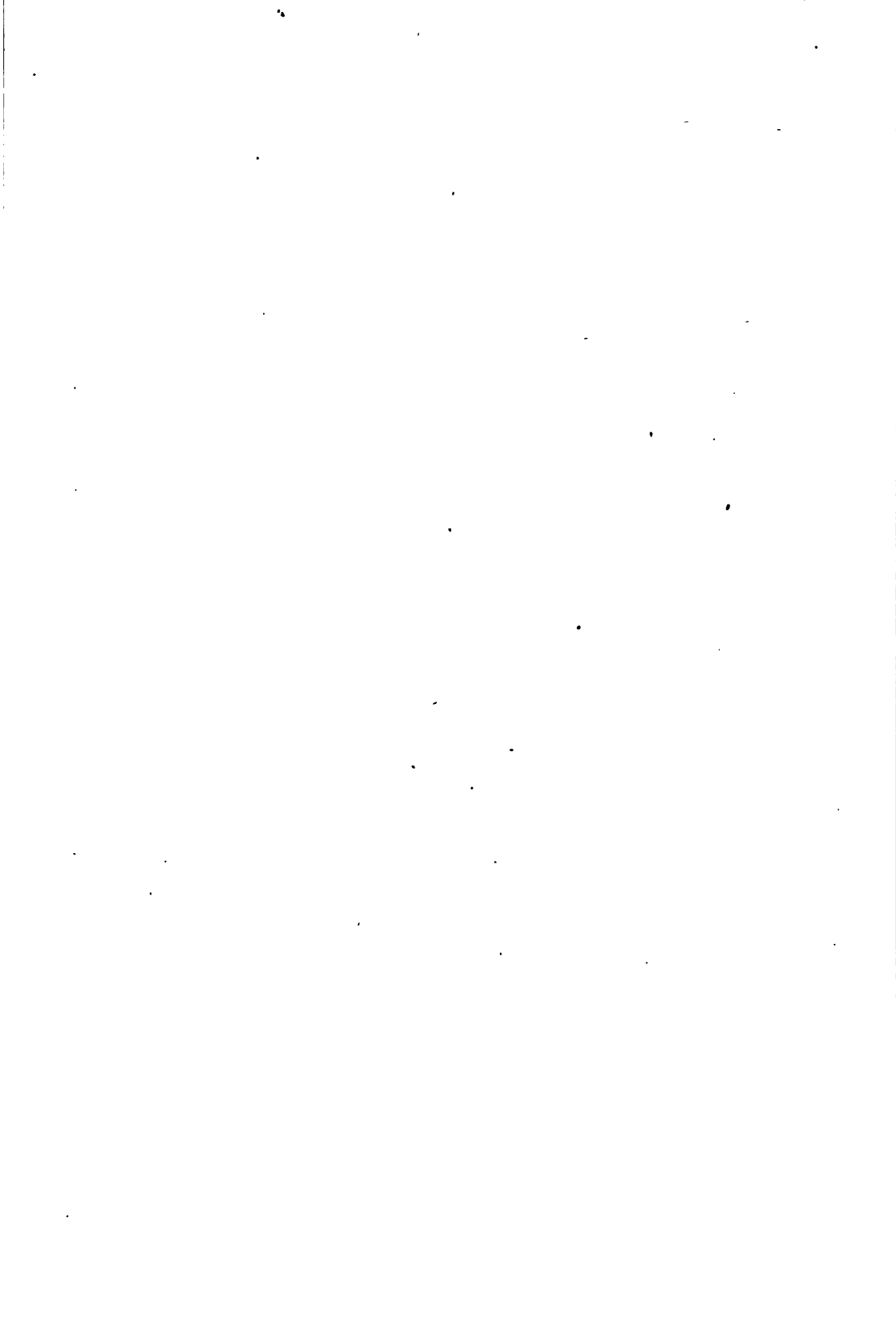
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Class

BIOLOGY
LIBRARY
G









Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan,
Ed. van Beneden in Lüttich, S. Ramón y Cajal in Madrid, H. F. Formad
in Philadelphia, C. Golgi in Pavia, G. Guldberg in Christiania, H. Hoyer
in Warschau, S. Laskowski in Genf, A. Macalister in Cambridge,
G. Retzius in Stockholm

E. A. Schäfer

in Edinburg

L. Testut

in Lyon

und

Fr. Kopsch

in Berlin.

Band XX. Mit Tafel I—XV.

LEIPZIG
Verlag von Georg Thieme
Rabensteinplatz 2
1903.

Q.P.1
I 5
V. 20
BIOLOGY
LIBRARY
G

Main Lib.
Anat. dept.



Inhalt.

	Seite
Th. Lewis , The Structure and Functions of the Hæmolympth Glands and Spleen. (With Plates I, II)	1
D. Carazzi , Contributo all'istologia e alla fisiologia dei Lamelli-branchi. (Con Tav. III, IV e 5 Fig.)	57
G. Volpino , Del pericondrio e di altre membrane fibrose. (Con Tav. V)	91
Fr. Kopsch , Art, Ort und Zeit der Entstehung des Dottersack-entoblasts bei verschiedenen Knochenfischarten. (Mit 15 Fig.)	101
Edward Phelps Allis jr. , The Lateral Sensory System in the Muraenidae. (With Plates VI—VIII)	125
F. Lehrell , Histochemische Untersuchungen über das binde-gewebige Gerüst der Milz der Wirbeltiere. (Mit 8 Text- figuren)	171
Eduard Richter , Versuch der Aufstellung eines chemischen Ge- setzes für Erregung und Nacherregung, Ermüdung und Erholung unserer Sinnesnerven und Nerven. (Mit 8 Text- figuren)	207
W. Krause , Referat	228
Werner Rosenthal , Ueber Formvarietäten des unteren Rachen- endes (des Laryngopharynx). (Mit 2 Abbildungen im Text)	229
Ch. Pellanda , La circulation artérielle du testicule. (Planche IX)	240
Bernhard Rawitz , Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen. (Mit 2 Textfiguren)	267

	Seite
J. J. Streiff , Sulla parte che prende l'uno o l'altro occhio alla percezione di un medesimo quadrato bianco. — Contributo esperimentale e teoretico allo studio della visione bino- culare. (Con Tav. X e XI e 3 Fig.)	274
Herbert von Haffner , Eine seltene doppelseitige Anomalie des Trapezium. (Mit Tafel XII)	313
Keysseltz , Die paradoxe Drehung der Froschgastrulae bei Platten- compression. (Mit 6 Textfiguren)	319
W. Krause , Referate	326
Julius Misch , Das Binnennetz der spinalen Ganglienzellen bei verschiedenen Wirbeltieren. (Mit 13 Textfiguren und 3 Tabellen)	329
D. Tretjakoff , Langgestreckte Kerne im Samenblasenepithel des Grasfrosches. (Mit Tafel XIII)	415
Bernhard Rawitz , Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen. (Mit 4 Textfiguren)	429
P. Bertacchini , Embrione umano giovanissimo con totale arresto di sviluppo dell'asse cerebro-spinale. (Con Tav. XIV) . .	436
W. Tonkoff , Beitrag zu den Nierenanomalien. (Mit Tafel XV)	449
W. Krause , Fr. Kopsch , Referate	462



(From the Physiological Laboratory, Cardiff, December 20th, 1901.)

The Structure and Functions of the hæmolymph Glands and Spleen.

By

Thomas Lewis, B. Sc.,
University of Wales.

(With Plates I, II.)

Contents.

	page		page
I. Introductory	2	IX. Lymphatic supply	32
II. Historical	4	X. An account of Phagocytosis in the hæmolymph series of organs	32
III. Anatomy and naked eye ap- pearances in Vertebrata	8	1. The phenomena of Phagocy- tosis	32
A) Mammalia	8	2. Glands in which Phagocy- tosis occurs	37
1. Primates	8	3. Origin of Phagocytes	38
2. Ungulata	10	4. Nature of the pigment found in the glands	40
3. Carnivora	12	5. Relative degree of activity, as regards Phagocytosis, of the spleen and hæmal glands of the rat	42
4. Rodentia	13	XI. Function of the hæmolymph organs	43
5. Insectivora	15	XII. Development	45
B) Aves	16	XIII. On the structural inter-rela- tionships of the various members of the hæmolymph series	46
C) Reptilia	16	XIV. Summary of chief Conclusions	50
D) Amphibia	16	XV. Bibliography	52
E) Pisces	16	XVI. Explanation of plates	54
IV. Distribution in Vertebrata	17		
V. Methods	18		
VI. Minute structure	19		
1. Microscopic Anatomy of a typical hæmal gland	19		
2. Differences in the histologi- cal details between the glands of different animals	25		
3. The "Head Kidney" of Pisces	28		
VII. Vascular supply of the Hæmal glands of the rat	28		
VIII. Nervous supply in the rat and dog	30		

I. Introductory.

During the past twenty years numerous contributions have appeared at irregular intervals upon the subject of hæmolymp and lymphatic glands. The function, or functions of these organs seem however, until comparatively recently, to have been to a great extent misunderstood, and are even yet not duly appreciated.

The investigation recorded in the following pages, was commenced in the hope of giving a connected review of the numerous articles on this subject, and of clearing away some of the difficulties and discrepancies encountered by previous workers.

As the rat furnishes a ready and convenient source of fresh material, I have found it advantageous to make a careful examination of the glands in this animal the foundation of my work, extending it to similar and related organs in other animals. In this extension, which has necessarily been wide, the chief British mammals have been dissected; the general distribution of the structures has been recorded, and histological observations have in all cases been made. By the term "related organs" I signify such structures as the spleen, accessory spleens, ordinary lymphatic glands, and many intermediate forms. In regard to the nomenclature of these intermediate forms considerable confusion has arisen; in some cases they have been classed in the common category, "*hæmolymp glands*". In other cases this term has been restricted to such typical blood-red glands as are found in the horse, ox, or sheep. Yet again they have been designated "*hæmal glands*", or "*hæmal lymphatic glands*". So great has been this confusion that it is desirable to carefully define the different structures, and to make an attempt to fix a terminology which shall distinguish the various forms of glands.

As will be found from a perusal of the following pages, the glands may be divided into three classes, which are named, under the terminology proposed, according to the character of the fluid spaces found within them. In the first instance we may retain the term "*hæmolymp*", which was originally used by Lankester as a general term to include the red and white corpuscles of the blood; it seems

desirable to employ this term for blood-lymph structures generally, so that under the heading will fall all such organs as spleen, accessory spleens, hæmal glands, hæmal lymphatic glands, and lymphatic glands.

The statement has been made by Weidenreich [19a] that the spleen has no lymphatic supply; I am able to confirm him to this extent, that no purely lymphatic sinuses have been found in this organ. 1. To the spleen and to all other organs of the hæmolymp series *which are without these lymphatic sinuses*, the name "*hæmal gland*" will be applied, to signify that the fluid spaces found within them contain blood only. 2. Ordinary "*lymphatic glands*" are so called because their sinuses contain lymph only. 3. To intermediate structures, such as the "*compound glands*" found in the dog and cat, *which contain a mixture of blood and lymph in their sinuses*, the term "*hæmal lymphatic gland*" will be applied. These three varieties of glands will be referred to in the following article by the terms already mentioned¹⁾: but it may be well to point out at this stage that the nomenclature must not be too rigorously applied, as all intermediate forms are met with between the three types, in various animals: thus a gland may contain sinuses in which is seen abundance of blood, while the lymph is scanty; or there may be sinuses which contain a considerable amount of lymph, while the blood is inconspicuous. A complete series of organs thus exists, with the typical hæmal gland at one extremity, and the ordinary lymphatic gland at the other.

In using the words blood, or lymph sinuses, I wish to carefully avoid reference to the minute bloodvessels or lymphatic ducts, which may pervade the tissue of lymphatic or hæmal gland respectively. The terminology is entirely based upon the contents of the larger spaces which may be more properly designated "*sinuses*".

The present investigation was suggested to me by Mr. Swale Vincent, Lecturer in Histology at University College, Cardiff, and I take this opportunity of thanking him for the generous advice he has given me on many points.

¹⁾ For the sake of convenience in the ensuing paragraphs I shall refer to typical blood red glands as hæmal glands, without including the spleen under this term.

II. Historical.

It is a curious fact that two series of observers, the one English and the other German, have been independently at work for many years upon subjects with a direct bearing on the present one, yet they seem to have been each unaware of the work of the other.¹⁾ As there is no mention in their accounts of the "*hæmolymph glands*" by name, or indeed any reference to the striking appearance, even to be naked eye, of the true "*hæmal glands*", it seems probable that the German writers have to a great extent worked at structures, which they would include under the general name "*lymphatic glands*".

The first English communication on the subject of bloodlymph glands was that of Heneage Gibbs [5a], as early as 1884. This was a short note on the histology of the structures found in the region of the renal artery and vein in man. Gibbs was of opinion that certain glands found in this situation, though closely resembling lymphatic glands, differ from the latter in that the lymph stream is replaced by blood.

In November 1890, Robertson [12] described the glands in more detail, dealing particularly with those found in the sheep, in which he estimated their number at from three to four hundred. Amongst the details of structure he observed elastic and involuntary muscle fibres in the adenoid tissue. The cells to which he attached most importance were nucleated cells, resembling red corpuscles, which underwent nuclear division, until they became giant cells containing as many as seven or eight nuclei. He asserted that these nuclei gradually lose their affinity for logwood and become stainable with eosin; and suggested that they might be freed as erythrocytes. In his conclusions, he stated that he considered the glands to have an important function in connection with the life history of the blood corpuscles. Gibbs' communication [5b] in 1893 was simply a note recognizing the work of the last author, and confirming his own previous observations.

¹⁾ A preliminary notice by Weidenreich [19b] has not long since come to hand, which appears to be the first German paper referring to the English literature.

Clarksons paper [3], which appeared in 1891, gave a further detailed description. The animals he examined were the sheep, horse, and pig, in which the glands were found, while in the camel, leopard, dog, cat, rabbit and rat he was unsuccessful in his search for them. He seems to have sought in the renal region only, though he suggested that possibly they might be discovered in other regions in the case of the sheep. It is indeed surprising he should have overlooked the very numerous and conspicuous glands already described by Robertson in this animal in the subvertebral region, and that those present in the dog, cat and rat should have escaped his notice. His examination of the camel and leopard probably gave negative results, because he restricted his search to a limited region. He laid stress on the presence of certain large cells, since called phagocytes, which he considered, from the examination of cover glass preparations, contained in many cases red blood corpuscles in the process of formation. His conclusion that hæmolymp glands have the important function of elaborating erythrocytes, was apparently based upon the appearance of a single phagocyte in a preparation of this character, which in his opinion was extruding a blood corpuscle; and also from the fact that globules, resembling erythrocytes of the sinus, were to be seen within the giant cells. He noted the presence of golden yellow pigment in his sections, but did not grasp its significance; his article concluded with a comparison of the general structure and arrangement of the lymphoid tissue of hæmal glands with that of the spleen.

The contribution of Vincent and Harrison [16] furnished a general and detailed account of hæmolymp glands in the ox, sheep, rat, dog and fowl, with a note on those in man. They were the first of the English writers to advance the view, that these glands are connected with blood destruction, considering the process to be similar to that described by Kölliker [9b] in the spleen. They described also the general appearance of the compound glands in the dog, now known as "*hæmal lymphatic*" glands; and Vincent [17b] subsequently noted similar glands in the cat. Vincent and Harrison were further of the opinion that these glands, namely "*hæmolymp glands*" are modified lymphatic glands and probably developed from them; also that they

form, with the spleen on the one hand and ordinary lymphatic glands on the other, almost a continuous series.

In January 1900, Drummond [4] contributed an article in which he confirmed the chief points of interest in the work of Vincent and Harrison, though he advanced but few new facts. He differed from the last observers in considering that the glands are not developed from ordinary lymphatic glands, and described somewhat more in detail the varieties of cells found in the "*hæmolymph glands*". In addition he gave an account of the blood supply of the organs, throwing out a strong suggestion that the function of blood destruction may be cyclic.

The latest papers are three articles published by Warthin [18a, b, c], in American journals. He divides the glands into two varieties, which he terms "*splenolymph*" and "*marrowlymph*", attributing the functions of blood destruction and blood formation respectively to these varieties. The marrowlymph glands are said to occur in the retro-peritoneal region only, and are possibly pathological. In his last publication [18c], he discusses the two varieties at more length. Warthin's work upon splenolymph glands is to a large extent confirmatory of previous observers, though with the important distinction that he has worked upon the human subject. In his latest contribution he also states, that he considers the reticulum of the sinuses is lined by flattened cells, forming two layers, between which larger cells (phagocytes) occur; so that the blood stream is not in actual contact with the reticulum fibres.

The German writers have apparently occupied themselves for the most part with the lymphatic glands of certain monkeys, although Leydig [10] seems to have the credit of being the first to describe bloodlymph glands, which he did as far back as 1857.

In 1889, Hoyer [7] described the process of phagocytosis in lymphatic glands.

Later Schumacher [14a, b] contributed an article, in which he described certain appearances in the "Lymphdrüsen" of *Macacus rhesus*. Amongst his other observations he noticed the lymphatic "*germ centres*", and considered that some of these may be also situations in which

degeneration occurs, as he occasionally finds in them homogenous pigmented masses. The chief idea in his paper was based on the belief that the so called reticulum consists of branched cells, except inside the lymphoid nodules, and that these cells are capable of assuming phagocytic functions. In some places, near the capsule, Schumacher noticed these cells crowded together to form a dense mass, "*Zwischengewebe*", completely occluding the sinus at these points, and so crushed together as to have the appearance of solid rods of tissue. In these accumulations he frequently observed the process of karyokinetic division, the whole mass forming apparently the source of the phagocytes to the rest of the sinuses. Enclosed in the phagocytes he noticed not only erythrocytes, but occasionally, cells which he considered to be leucocytes, and in addition a certain number of rod shaped structures, staining red with eosin. He also gave an account of the cyclic function of the glands, which function he divides into three stages. In his second paper [14b] was given a more accurate account of blood destruction; he has observed amoeboid movements of phagocytes on the warm stage, but, no actual phagocytosis.

In 1898, Thomé [15] published a paper in which he advanced the view that phagocytes have their origin in the endothelium cells lining the capillaries of the "Lymphdrüsen" of certain monkeys, and stated that the smaller bloodvessels of the lymphatic tissue are lined by a tall, almost cylindrical endothelium. This statement I have been unable to confirm, but it is in accordance with the view of Böhm and Davidoff [2] in their account of the spleen.

Weidenreich's first paper [19a] was, as he stated, not based on personal observation as far as the bloodlymph glands were concerned, but in his second communication [19b] he makes some interesting statements of which the following are of the most important. He believes that the well known eosinophile leucocyte of the blood is possessed of its eosinophile granules, on account of its having taken up, while in a bloodlymph gland, particles of disintegrated erythrocytes; also that such leucocytes may be devoured by a giant cell. He thus supports a theory of direct and indirect phagocytosis. The remainder of his work is for the most part confirmatory of Schumacher,

more particular in regard to the origin of phagocytes. He is persuaded that the endothelial lining of the sinuses exists only in places, and that the blood in consequence passes into spaces which are without a definite or continuous cellular lining. In his paper on the structure of the spleen, [19a] he denies the presence of lymphatic vessels either afferent or efferent, both in the spleen and in the so called "hæmolymp glands".

III. Anatomy and naked eye appearances in Vertebrata.

A. *Mammalia*.

1. *Primates*.

In *man*, hæmal glands have been described by several observers. Heneage Gibbs¹⁾ found them in the human subject in the neighbourhood of the renal artery and vein, and published a short account of their general appearance and histology. In 1890 they were further described by Robertson²⁾, and later by Vincent [16] in a boy aged nine years as occurring in the mesentery in considerable numbers. A full description, both general and histological is to be found in the recent papers of Warthin already referred to. He finds them in the prevertebral retroperitoneal region and in the neighbourhood of the adrenal and renal vessels, also along the brim of the pelvis, in the root of the mesentery, rarely extending into the latter for any distance. Others are observed in the neck, and a few rarely met with in the omentum and appendices epiploicae. This description, as well as his account of the minute anatomy, corresponds very closely to that of other observers in lower mammals, with the exception of the mention of "*marrowlymph*" glands, the occurrence of which has as yet not been confirmed.³⁾ He mentions four investigators, Rindfleisch, Weigert, Neumann and Orth, though without reference, as having noticed hyperaemic or hæmorrhagic lymphatic glands.

Saltykow [13] finds the glands present in 91% of cases, in an examination of 60 bodies.

¹⁾ Loc. cit. ²⁾ Loc. cit.

³⁾ It is possible that these glands are forms of accessory spleens, for large multinuclear cells are frequently found in these organs.

In an examination of a *post mortem* subject, I have found the glands in large numbers. In the chest many glands were seen in the root of the lungs, in close proximity to the bronchi and bronchial vessels, for the most part posterior to them, and lined on the one side by pleura. A few were discovered in the prevertebral region, between the vertebrae and the aorta and oesophagus, loosely embedded in fat or areolar tissue. In the abdomen the glands were even more numerous, occurring in the prevertebral retroperitoneal region behind the aorta and vena cava, forming a broken chain extending from the diaphragm, in front of the last dorsal the lumbar and upper two or three sacral vertebrae, into the pelvis. These chains of glands usually follow a large artery or its branches; thus the iliac arteries, both external and internal, are accompanied by such irregular chains of glands, which in the case of the internal extend well into the pelvis and are related to the side walls of the bladder and rectum. The Coeliac axis and all its branches likewise have glands in relation to them. A chain of glands was found along the lesser curvature of the stomach, accompanying the coronary artery and pyloric branch of the hepatic. A more incomplete chain, consisting in fact of but a few small inconspicuous glands of pinkish colour, existed along the greater curvature upon the course of the epiploic arteries. A few were seen in the neighbourhood of the duodenum, or more correctly in the root of the transverse mesocolon. In the mesentery of the jejunum and ileum a conspicuous chain was found at a distance of one inch from the gut. The superior mesenteric artery sends off its rami intestini tenuis, and these anastomose to form a series of arterial arcades, the branches from these anastomose and again form with each other a new series of arcades, and so on. The glands of the intestine were found between the branches from the last series of arches. In the mesocolon the arrangement was very similar, though the glands were even more numerous. Many of the structures were found behind the ascending and descending colon and caecum, which was in this case slung by a considerable mesentery. The glands in the transverse mesocolon were most conspicuous. A few small glands were also seen in the neighbourhood of the renal vessels, lying chiefly posterior to them.

In the *Monkey*, (*Macacus rhesus*). I have found numerous glands in the axilla and groin. Several large bodies also were seen in the neighbourhood of the termination of the common carotids. In the abdomen they occurred in the mesentery and transverse mesocolon, in bands $\frac{1}{2}$ inch from the gut, having a similar arrangement to those in man. A small gland was found under the left kidney. A few were scattered in the subvertebral region, embedded in fat, others in the pelvis in relation to the bladder.¹⁾

2. *Ungulata*.

In the *sheep*, (*Ovis aries*). The estimate of Robertson, that the number of glands, occurring in a single sheep, amounts to as much as three or four hundred, is probably not far wide of the mark. The glands, which are chiefly of the typical hæmal variety are spherical in shape, and not much larger than peas, though most of them are considerably smaller. They appear as small sacs of blood, which may have an arterial or venous colour, according to the time which they have been exposed: they are easily ruptured, the contents pouring out as a bloody fluid, which on examination shows the presence of the usual elements found in the sinus. These hæmal glands occur along the whole length of the subvertebral region, extending into the pelvis, and following as a general rule the course of the abdominal vessels and their branches. In the region directly over the bifurcation of the aorta, a remarkable group of these bodies²⁾, sometimes as many as sixty to eighty in number, occurs; the glands are crowded together into a small area, and mixed with them are lymphatic glands and intermediate forms, with frequently brown coloured glands of various depths of tint. Occasionally a collapsed body, having otherwise the same general appearances, is met with. Other typical glands are found in different situations, particularly in the fat around the kidney and its vessels, also in the mesentery and

¹⁾ In *Cynocephalus Babouin*, a Baboon recently examined, numerous typical hæmal glands were found in the axilla and groin, and in the abdomen and thorax, following the course of the large bloodvessels, more particularly the aorta and common iliacs.

²⁾ In a ram recently examined, this group was found to be absent.

in the mediastina. As a general rule they are found on the course of the bloodvessels, with which they are often closely associated, and from which they draw their blood supply.

In the *ox*, (*Bos taurus*), the distribution of the glands, many of which are hæmal, is as follows. They are found in considerable numbers in the subvertebral fascia, along the course of the abdominal aorta and corresponding vein, lying in front, behind, and on both sides of it. Many of the organs are met with around the renal veins, deeply embedded in the perinephritic fat. In the pelvis they are also found, accompanying the branches of the iliac vessels, and a few have been observed of the hæmal lymphatic type in the groin and embedded in the muscles of the thigh. In the cow they occur at the base of the udder and after removal of that organ are exposed as a large mass consisting of numerous dark glands in close contact. In the steer this mass is replaced by two large glands of intermediate form. As to the general nature of the hæmolymp glands in the ox, they are probably chiefly of the hæmal lymphatic type, though a number of the true hæmal glands are also found. Some of the former may be as much as 9 or 10 cms in length and 5 or 6 cms in breadth: many brown glands and intermediate forms occur. The last are chiefly found in the neck and in the mesentery, where they form a very constant belt, 9 or 10 cms wide, extending parallel to the gut, though at some little distance from it. In form the larger glands are never spherical, being occasionally oval, though usually very irregular. As a whole they are known to butchers as "*kernels*", and their position is so very constant that in many cases they are valuable landmarks.

In the *horse*, (*Equus caballus*), typical hæmal glands occur in considerable numbers around the renal vessels and in the neighbouring adipose tissue. They run to a length of from 2 to 3 cms and are the largest I have yet seen in any animal. They are chiefly irregular in shape, some are oval and a few spherical. In addition, there are a few scattered hæmal glands in the subvertebral retroperitoneal region, chiefly behind the aorta, and a few very typical glands on the wall of the bladder and pelvis. The total number of these bodies

is approximately fifty to sixty. Hæmal lymphatic glands or intermediate forms are exceedingly numerous, occurring in the axilla, groin, subvertebral region, roots of the lungs, and mesentery.

In the *pig* (*Sus domesticus*), hæmal glands are to be found in many cases in the subvertebral region, and in the fat around the stomach.

3. *Carnivora.*

In the *dog*, (*Canis familiaris*), the general distribution is very typical of that which obtains in several other animals to be presently described. The glands are of the hæmal lymphatic variety, nor have any hæmal glands yet been found in this mammal. On raising the kidney a large gland is often disclosed in close contact with the thoracic duct, embedded in perinephritic fat. It is usually the most typical found in the body. In addition there often exists a large "splenic group" of glands, situated on the splenic vessels, and easily exposed by drawing the stomach over to the right side. Other glands frequently occur in the subvertebral region, extending into the pelvis, lying also beneath the aorta and iliac vessels. A few more, closely resembling ordinary lymphatic glands, are seen in the neck. These bodies are all of a yellowish colour, irregularly blotched in places with red. They are very irregular in shape, and are often closely adherent to surrounding fat: they vary in length from $\frac{1}{2}$ —2 cms. Dissections have been made of the vascular and nervous supply, which closely resemble the same systems in the rat, under the heading of which it is intended to describe them. The lymphatic supply of these hæmal lymphatic glands is very striking; the vessels appear as transparent thin walled tubes often measuring as much as $\frac{3}{4}$ —1 mm in diameter, and consequently may be found without difficulty. As their arrangement has been more thoroughly worked out in the cat, in which they are practically identical with those under consideration, they will be described in that connection. I wish to lay stress upon the general arrangement in the dog, as it is not only typical of the carnivora, but also of many rodents.

In the *cat*, (*Felis domestica*), the arrangement is almost identical with that already detailed in the dog. The glands, which are all

of the hæmal lymphatic variety, occur constantly in the renal region, one on either side of the body, and often in contact with the thoracic duct. The splenic group is not so constant as in the dog, but a good many glands are as a rule to be found in the subvertebral region and in the mesentery.

After feeding a cat for some time upon milk, the animal was killed and quickly opened. The lymphatic ducts were filled with chyle, and were easily traceable, on account of the natural white injection contained in them. The hæmal lymphatic glands of the mesentery were found to have a large supply of afferent lymphatic vessels, piercing the capsule at irregular intervals. As a rule, one large efferent vessel proceeds from the gland in the direction of the thoracic duct.

In the *ferret*. (*Putorius furo*.) It is only necessary to state that the glands occurring in the ferret are all hæmal lymphatic glands, that they are abundant, and have much the same arrangement as in the dog and cat. The lymphatic supply is also very conspicuous.

In the *stoat* (*Putorius erminea*) and the *weasel* (*Putorius vulgaris*). The hæmal lymphatic glands of these animals show a similar distribution to those of the ferret, but are as a rule, not so numerous.

4. *Rodentia*.

In the *rat*. In addition to the common *brown rat* (*Mus decumanus*) other species have been dissected, including the *black rat* (*Mus rattus*), several varieties of tame rats (*Mus alexandria*) and albinos. As I have made a particular study of the position of the glands in these animals, a rather extended account of their general distribution is necessary. It cannot fail to strike the observer, after the examination of a number of these rodents, that the hæmolympth glands found in them, show a remarkable constancy in position and in number. The arrangement in over forty rats examined has been observed as practically identical in all. On raising the kidney and carefully tearing away the loose fatty tissue posterior to it, one of the glands is seen lying in the deeply pigmented fat directly anterior to the renal vessels; occasionally two of the organs in close proximity occur in the place of a single larger one; and in many cases one or more similar bodies

are observed further towards the anterior end of the kidney than the last.

These glands may be considered of the hæmal type, though a complete peripheral sinus is rarely present; they are as a general rule flattened oval bodies, varying from $\frac{1}{2}$ —4 mm in length, and about half that breadth. Their colour varies very considerably, but in the renal region they usually contain more blood or pigment than in other situations. Sometimes they have assumed a bright red colouration, in other cases they are brown, occasionally they may be pink or light brown, and still more seldom mottled red and brown. The colour is usually confined to one surface of the organ.

In further references to this group I shall use the term "*renal group*" (pl. I. fig. 7 *r.g.*).

Another large and exceedingly constant group of glands is found in the fold of peritoneum slinging the spleen and stomach. These (pl. I. fig. 7 *s.g.*) occur on the course of the splenic vessels. They vary in number from 3 to 10, and are most numerous in the common brown rat. It is often quite impossible to distinguish these glands, which I shall in future refer to as the "*splenic group*", from ordinary lymphatic glands by naked eye observation (so much do they resemble them); for they are occasionally quite white or yellowish, though usually blotched with red (fig. 7 *s.g.*), the blotches indicating the position of the "*peripheral sinuses*", occurring within them. In many cases a red zone is seen encircling the gland peripherally; in rare cases they are a full blood red; yet others are tinged brown of various depths. Though usually spherical, one or more may be lenticular; their diameter varies from $\frac{1}{8}$ —3 mm.

This description applies more particularly to albino rats, and tame rats generally; in the wild rat they are always more numerous, and contain more blood or pigment. In the wild rat, too, a few black glands, which are lobulated, occur dorsal to the stomach, and otherwise have the general appearances of ordinary lymphatic glands.

The opinion has been already expressed that the glands, of the animal under consideration, are of the hæmal variety, as I have been unable to trace any lymphatic vessels to them, nor are lymph corpuscles

present in any numbers in the sinuses. There is nevertheless something in the general arrangement of lymphoid tissue and sinus in these organs, which is not found in the typical glands of the ox and sheep. Vincent and Harrison classed them with the compound glands in the dog. The general arrangement of the tissues is certainly similar, but they are by no means of the same variety.

In the *mouse*. Several individuals of the species of common *house mouse* (*Mus domesticus*) have been dissected. In these the arrangement is so similar to that, which obtains in the rat, as to need no special description. The glands are less numerous and are less vascular than in the latter.

In the *rabbit*. (*Lepus cuniculus*.) Hæmolymp glands are only occasionally met with in this animal. When they do occur they are pinkish or brown in colour, and are small and inconspicuous, resembling both in colour and size those of the "splenic group" in the rat. They occur most frequently in the subvertebral region, and in those situations where lymphatic glands are usually found.

In the *guinea pig*, (*Cavia cobaya*), splenic and renal groups are found fairly constantly. The glands forming these groups are of irregular form, and to naked eye inspection resemble those of the dog. I have however been unable to trace lymphatic vessels to them and am doubtful as to whether they may be classed with the splenic group of glands in the rat, or the hæmal lymphatic glands of the dog, though I am more inclined to consider them of the same variety as the former.

In the *squirrel* (*Sciurius vulgaris*), the arrangement is very similar to that in the rat. The same may be said of the *water vole* (*Arvicola amphibius*) and *short tailed field mouse* (*Arvicola agrestis*).

5. *Insectivora*.

At present the only individual examined has been the *mole* (*Talpa europæa*).¹⁾ The glands were found in the renal and splenic regions, and from naked eye appearances seemed to be of the hæmal type.

¹⁾ The glands have since been found in the Hedgehog (*Erinaceus Europæus*). They were seen in the renal and splenic positions. In neither have they been microscopically examined.

B. Aves.

Our present knowledge of the distribution of hæmolymp glands in birds is not abundant. Vincent and Harrison¹⁾ have seen them in the *fowl* and *turkey* (*Gallus bankiva* and *Meleagris gallopavo*), one occurring in the former below the sternum, others in the fat surrounding the stomach and rectum. I have searched in a number of birds, including the *pigeon*, *rook* and *jackdaw*, but have only seen them in the fowl, and one small solitary gland, typically hæmal, in the omentum of a *pheasant* (*Phasianida colchicus*). Those found in the fowl occurred in the neighbourhood of the stomach, and in the neck, and were small spherical bags of a blood-red colour, about 1 mm to 1 cm in diameter.

C. Reptilia.

No hæmolymp glands have as yet been discovered in this group of the Vertebrata.

D. Amphibia.

Two small bodies, closely resembling typical hæmal glands in appearance have been found in the *toad* (*Bufo vulgaris*), and were situated on the surface of the gall bladder. These were probably accessory spleens.

E. Pisces.

Balfour [1] described the "*head kidneys*" in ganoids and teleosts as consisting of adenoid tissue, and in many cases noticed the presence of blood sinuses. In 1897 they were further described by Vincent [17a]. In the contribution of Vincent and Harrison²⁾, a short paragraph is devoted to these organs, in which their similarity to hæmolymp glands is noted in the case of *Cyclopterus lumpus*. The pronephros or "head kidney" of fishes forms in adult teleosts and ganoids, as is well known, the degenerated adenoid anterior end of the kidney. It is composed, as will be further described, of adenoid tissue and blood sinus.

¹⁾ Loc. cit. ²⁾ Loc. cit.

In *Anguilla anguilla*, Vincent¹⁾ states that he has found one or two typical hæmolympH glands, embedded in the abdominal fat, though he has not given details of the minute structure.

IV. Distribution in Vertebrata.

The account, which has just been given of the general anatomy of hæmolympH glands, deals only with the distribution of the glands in each of the individuals examined. When a comparison is made of the different examples of the several groups certain interesting points may be observed.

The *mammals* examined have been members of five orders, *Primates*, *Ungulata*, *Carnivora*, *Rodentia*, *Insectivora*. In the first two of these, *typical hæmal* glands have always been found; and they appear to be restricted to these two orders. Thus they have so far been noticed in man, monkey, sheep, ox, horse, goat and pig, and in no other animals. We may therefore say, that as far as is known, *typical hæmal glands are characteristic of the Primates and Ungulates*. On the other hand in the group *Carnivora* *no hæmal glands, but only hæmal lymphatic glands are found*, and these seem to be constantly present in "*renal*" and "*splenic*" groups. Of the *Carnivora* the following species have been examined, and in all, the distribution was found to be similar: — dog, cat, ferret, stoat and weasel. In the group *Rodentia*, there exists a type of gland which may be called "*hæmal*" but which differs in several respects from the hæmal glands of *Ungulata*. The species examined include the rabbit, several varieties of rats and mice, and the guinea pig, squirrel, water vole, and shrew. In the Guinea Pig the glands appear to be intermediate forms, which can hardly be definitely called either "*hæmal*" or "*hæmal lymphatic*".

Several observers have failed to find the glands in certain mammals; Clarkson²⁾ could discover none in the camel and leopard, while Vincent and Harrison³⁾ failed to find them in the hedgehog.⁴⁾ But the same observers failed to find the glands present in a number of animals examined, in which they undoubtedly exist. I believe, that

¹⁾ Loc. cit. ²⁾ Loc. cit. ³⁾ Loc. cit.

⁴⁾ As already observed, they have since been seen in the hedgehog.

either *hæmal* or *hæmal lymphatic glands* will be found in all the *mammalia*: I have at any rate found them in all mammals dissected.

In *Birds* the distribution seems to be very much less constant. Typical *hæmal* glands have been found in the fowl, turkey and pheasant, but in many others, they have been searched for in vain.

In *Reptiles* and *Amphibians* it is doubtful whether *hæmal* or *hæmal lymphatic glands* exist at all, except in the case of one organ, the spleen.

In *Fishes*, a few bodies having the same naked eye appearances as typical *hæmal* glands were described in the silver eel: further in almost all Teleostean fishes the anterior end of the kidney has a similar structure to *hæmal* glands.

Thus it would appear that *hæmolymph* glands are most characteristically developed in the higher forms of vertebrate life, or those in which the red blood corpuscles are non-nucleated.

V. Methods.

In the preparation of material for microscopic examination, numerous methods have been employed. I have examined fresh preparations, including cover glass specimens, sections with the freezing microtome, and teased preparations of the various parts of the glands, after treatment with various stains. The bulk of the tissues however have been fixed and hardened in one or other of the following fluids: — "*corrosive sublimate solution*", "*alcohol*" of various strengths, "*Müller's fluid*", "*Zenker's mixture*", "*acetic bichromate solution*", or "*Flemming's fluid*". After hardening, the tissues were washed, dehydrated, soaked in *xylol* or *cedar wood oil* and subsequently embedded in *soft* or *hard paraffin*. I have obtained very good results with "*corrosive sublimate*" or "*acetic bichromate*" solutions, but for details of cell structure "*Flemming's solution*" has been employed to most advantage.

In the majority of cases the sections were cut with the rocking microtome and mounted on albuminized slides, after carefully floating out on water. In staining I have used *hæmalum*, *carmalum*, *eosin*, *picric acid*, *borax carmine*, *methyl blue*, *methylene blue*, *toluidene blue*, *acid fuchsine*, *methyl orange*, *saffranin*, *magdala red*, and other dyes.

Silver nitrate impregnation has been used in particular cases, and *Heidenhain's iron alum* method in addition to *saffranin*, in combination with *light green* or *gentian violet*, to demonstrate nuclear figures and other cell details. *Hæmalum* and *eosin* have been employed in the case of almost all glands for purposes of comparison, because they give so good a contrast between adenoid tissue and blood sinus. This combination is further particularly well adapted to cases where phagocytosis is to be studied. Saffranin in conjunction with a suitable plasma stain, gives very beautiful results after hardening the material stained in *Flemming's solution*. The aniline Blues have been useful in preparations of reticulum.

VI. Minute structure.

1. *Microscopic Anatomy of a typical hæmal gland.*

It will be advisable to give in the first instance, a description of the minute structure of a typical blood-red hæmal gland, such as one meets with in the ox or sheep, and to subsequently note the points of difference between the histology of this type, and that of other varieties. The general arrangement of the tissues has already been described by previous observers; a short account will consequently here suffice.

This account may be conveniently given under the three headings, 1. *Capsule and Trabeculae*, 2. *Sinuses*, 3. *Adenoid tissue*.

The *adenoid tissue* lies for the most part towards the centre of the gland, and is of irregular form, for it is cut up by the "*central sinuses*", which communicate with the "*peripheral sinuses*" lying immediately beneath the capsule. The central sinuses are chiefly in the form of offshoots from the peripheral sinus, and they frequently communicate to form an irregular network in the centre of the lymphoid mass. The greater area of sinus, as seen in sections, belongs to the peripheral portion: this again is limited externally by a strong "*capsule*" from which numerous fibrous processes or "*trabeculae*" project inwards, running into the adenoid tissue and further subdividing it. As a general rule these trabeculae, when present, are accompanied by surrounding sinuses, and eventually end by breaking up into finer and

finer strands, which terminate as the reticulum of the adenoid tissue and sinuses. The character of the "*endothelium*" which lines the capsule, the trabeculae, and lymphoid tissue, will be further discussed. Having given the general relations of the three chief elements of the gland, I proceed to a more detailed account of these constituent parts.

The capsule and trabeculae. A capsule is always present, in certain cases consisting of both fibrous and serous layers, as in the case of the spleen and many lymphatic glands. It varies in thickness with the size of the organ, and the animal examined. Its histological composition, as might have been expected, is similar to that of the capsule of other related organs, consisting chiefly of white fibrous tissue, with some yellow elastic fibres and involuntary muscle. Strips of the capsule impregnated with silver nitrate show the arrangement of the white fibres very beautifully (pl. II. fig. 14) the fibres remaining unstained, while the ground substance is darkened.

From the inner side of the capsule spring trabeculae composed of the same elements as the capsule itself. These subdivide the gland as above described, and vary considerably in strength and arrangement in different animals. The capsule is pierced at one or more points by various nerves and bloodvessels; the latter are conducted along the trabeculae in the large glands; in other cases they run in strands of adenoid tissue (pl. II. fig. 13).

The *lymphoid tissue* is composed of a dense reticulum, in the meshes of which leucocytes are enclosed; in many cases it is nodulated, and rounded projections jut into the sinus. In these rounded masses, which are found by an examination of serial sections to be connected to the main mass of adenoid tissue, there often occur spherical patches which stain less deeply than the surrounding tissue; these constitute the "*Germ centres*" or "*Keimcentra*" of the German writers (pl. I. fig. 1). The cells contained in them, seem slightly swollen and shew active signs of mitosis. Around the margin of the germ centre the cells assume a darker stain gradually shading off into the general adenoid tissue (pl. I. fig. 6).

The presence of these centres in hæmal glands was originally observed by Robertson and has since received attention from several

observers. Involuntary muscle fibres (pl. I. fig. 9 *i.m.f.*) and elastic fibres occur in the lymphoid tissue, but by no means in large quantity. Care must be taken not to confuse the elongated cells of the endothelium lining the capillaries, which everywhere pervade the lymphoid tissue, with involuntary muscle fibres.

Warthin¹⁾ states that he has found free red cells in the adenoid tissue, but the presence of these cells is extremely doubtful. They are certainly seen in the lymphoid tissue, but careful observation reveals the fact that they are in capillaries, the walls of which are often indistinct. Free red corpuscles in the adenoid tissue exist only in places where the delicate endothelium is absent; whether this is due to the breaking away of these endothelium cells to form phagocytes, or whether they do not exist in these situations, it is difficult to say.

Masses of dark yellow or brown pigment are seen frequently in the adenoid tissues in the neighbourhood of the sinuses, though such masses are not so often seen in the case of the sheep as in the rat. They are darker than the corresponding granules found within the phagocytes of the sinus, probably on account of the greater accumulation at these points, and of the fact that much of the pigment constituting them is in a free state (pl. I. fig. 8).

The various forms of cells found in the lymphoid tissue have been fully described by more than one observer: for the sake of completeness I append the following description given by Vincent and Harrison²⁾, which agrees more closely with my own observations than does any other.

"The following cells were found: —

1. The most numerous, small cells, 4—5 μ in diameter, almost entirely composed of nucleus, but with a thin ring of protoplasm (pl. I. fig. 9 *leu.*).
2. Cells with similar characters, but more abundant protoplasm.
3. Cells larger than the preceeding, with large pale nuclei oval or crescentic in form.
4. Large multinuclear cells, containing as many as 7 or 8 nuclei.

¹⁾ Loc. cit. ²⁾ Loc. cit.

5. Large faintly granular cells stained with eosin, diameter 20 μ .

6. Cells smaller than the preceeding with large pale nuclei oval or crescentic in form."

Variety 5. I have not observed, and the multinuclear cells have been but very rarely seen in any of the glands, though frequently met with them in sections of spleen.

The *sinuses*.¹⁾ In addition to the sinuses both peripheral and central above described, other minor sinuses occur in the capsule itself. These are small and narrow, and are most abundant in certain glands with thick capsules. The sinuses contain the usual constituents of the blood stream, and in addition phagocytes in all stages of activity.

The eosinophile blood corpuscle has attracted as already stated the special attention of Weidenreich²⁾ who believes that ordinary leucocytes take up erythrocytes and partially disintegrate them, with the formation of eosinophile granules. The leucocytes are then supposed to join the general bloodstream, in which they form the well known eosinophile cell. This striking and ingenious theory has several serious objections. In the first place it would be expected, by analogy, that the action of leucocytes upon ingested blood cells would be similar to that of phagocytes, and would not cease at the mere setting free of hæmoglobin. Secondly, according to *Kanthack* and *Hardy* [8], the application of suitable stimuli to such cells in the blood stream, causes them to actively increase. How would this increase of eosinophile corpuscles proceed, without the ingestion of further red blood corpuscles, to compensate the loss of eosinophile particles in the individual cells?

The question as to the nature of reticulum and endothelium has received considerable attention in lymphatic glands and spleen, but has not yet been thoroughly worked out in hæmal glands. In examining these elements, I have employed the methods now usually in

¹⁾ Drummond loc. cit. p. 203 makes the statement that in the larger hæmolymp glands there are no blood corpuscles either in the central or peripheral sinuses. If this be the case, by what right are they called "hæmolymp" glands at all?

²⁾ Loc. cit.

vogue for studying the framework of glandular organs. In some cases the fresh tissues have been cut with the freezing microtome, and subsequently treated with a 5% solution of caustic potash; in other cases they have been submitted to tryptic digestion, or the blood has been removed from the sinuses by washing with distilled water. Yet again, the entire gland was first hardened in alcohol, treated with a 1% solution of caustic potash, and afterwards transferred once more to alcohol. The further treatment was as follows: — the gland was either stained in bulk, or mounted unstained in paraffin, and sections were then cut and mounted.

In the study of a number of preparations by these different methods, I have observed little or no difference between the structure of reticulum in these and related glands. My observations on the general arrangement of the tissue agrees with the description given by Professor Schäfer¹⁾ in ordinary lymphatic glands. Fibrous connective tissue forms the foundation of the whole organ, and it is most compact in the capsule and trabeculae, consisting essentially of bundles of white fibres; fine strands pass from these in every direction, forming a dense meshwork which supports the other tissue elements of the gland. The reticulum is very dense in the adenoid tissue, but more sparse in the sinuses: between sinus and lymphoid tissue, or, more correctly, in the outermost part of the lymphoid tissue, the reticulum becomes denser (c. f. spleen, pl. II. fig. 16). A question of considerable difficulty arises with regard to that portion of the reticulum which bridges across the sinuses. It has been regarded by Schumacher and others as consisting of numerous branched cells, the processes of which interlace, giving rise to the characteristic appearance of a network: and it is noticeable that many of our standard text books illustrate it as having this structure, in the case of lymphatic glands. Recent observers, in particular Höhl [6], consider that the reticulum consists of a fibrous network with flattened cells, which he calls "*reticulum cells*", attached to it. In the case of the hæmal glands this is certainly the arrangement, although the nature of the reticulum cells themselves appears at present not to be clearly understood.

¹⁾ Quains Anatomy. Vol. III. Part IV. p. 296.

Here arises a question of much importance. *Are the cells lining the reticulum fibres continuous with the endothelium cells bounding the sinuses?* If so, the two varieties of cell are probably of much the same nature; or in other words, the reticulum cells are nothing more than modified endothelium cells. Careful search has convinced me that such a continuity exists. Cells of the endothelium proper show the appearance of being directly continuous with cells lining the reticulum. Moreover, comparison of the shape and size of the two varieties of cell, lends support to the view that there is one more or less continuous lining for reticulum, capsule and adenoid tissue. The endothelium lining the sinus, and separating it from the adenoid tissue, is nothing more than a layer of endothelium cells, attached to the somewhat denser reticulum fibres found in the outermost part of the adenoid tissue. It appears more striking in this situation, not only because the cells are more numerous, but because of their more regular arrangement, and the fact that there are no cells found lining the neighbouring reticulum fibres in the lymphoid tissue. The endothelium lining the reticulum will probably not form an absolutely continuous lining over it, so that in some places it will be washed by the blood stream. A loss of endothelium cells may occur, either mechanically in the section cutting, or during the living state to form phagocytes. In the reticulum a few scattered involuntary muscle or yellow elastic fibres are met with occasionally, and these have already been observed in the lymphoid tissue.

If this view of the continuity of the endothelium lining be correct, the blood sinuses may be regarded as nothing more than a coarse capillary meshwork, or they may be looked upon as a system of veins, similar to that described by Böhm und Davidoff ¹⁾ in the spleen; for the sinus is broken up by strands of reticulum, lined on all sides by endothelium, into a network of short communicating channels, which may be regarded as short irregular capillaries. I prefer to regard these vessels as capillaries and not venules, as the endothelial lining, bounding them is directly continuous, through that lining the outer wall of the so

¹⁾ Loc. cit.

called sinus, with the endothelium lining certain arteries and veins entering the hilus of the gland (pl. I. fig. 5). Furthermore the endothelial walls of the capillaries, leading from the sinus into the adenoid tissue, is also directly continuous with the lining of the sinus itself (pl. I. fig. 5 *e.c.c.*).

The advantages derived from the breaking up of the sinuses by the reticulum are many. In addition to forming a support for the lymphoid tissue, the reticulum retards the velocity of the blood stream by increasing the resistance; also the phagocytes are enabled to retain their position, and are not swept into a heap in one portion of the sinus. Furthermore, if the phagocytes derive their origin from endothelium cells, as I believe to be largely the case, the opportunity of multiplication is increased proportionally with the increased area of endothelium. These conditions all facilitate the process of Phagocytosis.

The endothelium seems, from an examination of silver nitrate preparations of capsule (pl II. fig. 14), to have much the same appearance in this situation as that covering the inner wall of blood vessels generally. The particular cells lining the reticulum seem to be more branching however, and are probably more irregular, an adaptation to the irregular fibres which they encase.

2. Differences in the histological details between the glands of different animals.

Primates. The microscopical characteristics of hæmolymp glands in *man* and *monkey* have been examined. In both these species "hæmal" glands occur. The peripheral sinus is small or disconnected, the trabeculae weak; but the central sinuses are numerous and break up the lymphoid tissue considerably. Germ centres are scarce, though phagocytosis is frequently observed.

Ungulates. The trabeculae in the hæmal glands of the *ox* are strong and numerous; the peripheral sinus is often small, but the central blood spaces are abundant. Germ centres are scarce and phagocytosis is rarely noticed. In the *sheep*, the sinuses are much larger, particularly the peripheral; the trabeculae vary in strength with the size of the gland; the reticulum is fairly dense, as is always

the case when the sinuses are wide. Germ centres are plentiful and a good many phagocytes are scattered throughout the sections. In the *horse*, the sinuses are often broken up by strands of lymphoid tissue; the germ centres are very frequently seen in the cortical portion of the lymphoid tissue. Signs of phagocytosis are occasionally observed. In the *pig*, the chief feature is the strength of the trabeculae, which to a large extent subdivide the organ. In these glands I have not observed phagocytosis proceeding, but occasionally small masses of pigment occur in the sections: destruction of erythrocytes probably occurs to a slight extent.

Carnivora. The glands all have a very characteristic appearance (pl. I. fig. 3). There is never a complete peripheral sinus present; blood spaces are only found in certain restricted areas beneath the capsule. There is usually a large sinus in the centre of the gland, which communicates with the peripheral sinuses by numerous small interlacing minor sinuses; these last mentioned are smaller than any met with in glands of the Ungulata or Primates and seem to be characteristic of *haemal lymphatic* glands. *They contain both blood and lymph in abundance, and probably have direct communication with both blood and lymph streams.* It is of course quite possible that both blood and lymph sinuses are separately present, with but a thin partition between them, and it is within the bounds of possibility that erroneous conclusions may be sometimes drawn from injection experiments, through the breaking down of such a partition. I am more inclined to the view that *one system of sinuses exists which contains blood and lymph*, since I can observe no histological differences between the details of different sinuses; also injection of the sinuses by the blood or lymphatic vessels shows that they are both connected with one and the same system of sinuses.

There exists in these glands therefore admixture of blood and lymph streams. Large efferent vessels may be traced from these glands to the thoracic duct, and it might be expected that blood would be found in these.¹⁾

¹⁾ In the case of a dog examined, an efferent lymph vessel, passing to the thoracic duct, was observed to contain a considerable amount of blood, this has

In hæmal lymphatic glands, reticulum is abundant in the sinuses and signs of active phagocytosis are always present; germ centres are plentiful, situated usually near the outer border of the adenoid tissue. In the cat they are found more frequently than in the dog, though in this animal the sinuses are less irregular and numerous.

In *Rodentia* the glands have a structure differing slightly from typical hæmal glands. In *rats* a complete peripheral sinus is never present; the lymphoid tissue in the case of the glands of the *renal group* is collected to one side of the organ, while the other half is occupied by a large sinus. From the adenoid tissue finger shaped masses project and run through the sinus towards the capsule of the opposite side: in these processes blood vessels pass to the lymphoid tissue (pl. I. fig. 5; pl. II. fig. 13). Germ centres have been found in one gland only, in which they were numerous. Trabeculae are usually absent, and this may account for the unusual collection of the adenoid tissue to one side of the gland, in contact with the capsule.

In the *splenic* glands, the sinuses are distributed throughout the lymphoid tissue, which is consequently broken up; they come to the surface in certain places only, giving the blotchy appearance which is so characteristic of the glands in this region. Signs of active phagocytosis are always present, though the sinuses do not contain many leucocytes. In the *rabbit* the arrangement is somewhat similar, but the blood sinuses are broken up by very numerous fine strands of adenoid tissue and small trabeculae. Compared with the renal hæmal glands of the rat the sinuses are small though very distinct, and completely filled with phagocytes. This abundant blood destruction appears to be characteristic of the glands of *Rodentia*, and is by no means limited to the rabbit.

In the *guinea pig*, large masses of lymphoid tissue and many germ centres occur, while the sinuses are small and broken up. Though closely resembling hæmal lymphatic glands when observed *in situ*, microscopic examination shows them to be similar to the splenic glands of the rat.

frequently been observed by those experimenting upon the result of obstruction of the inferior vena cava on the flow of lymph.

Aves. In the *fowl* the sinuses and lymphoid tissue are considerably mixed, and are not so easily distinguished from one another. The former are filled with nucleated blood corpuscles, and here and there phagocytes, crowded with pigment or containing several red cells, are met with. Quantities of pigment in a free state are also seen in the adenoid tissue, particularly towards the margins of the sections.

3. Head kidney of Fishes.

I have examined many species of teleostean fishes including *Hypoglossoides limandoides*, *Trigla lyra*, *Salmo salar*, *Rhombus laevis*, *Pleuronectes flesus*, *Cyclopterus lumpus*, *Esox lucius*, *Molva vulgaris* and *Cottus gobio*. In some of these the structure of the head kidney (pl. II. fig. 10), consists of adenoid tissue pervaded in many places by a definite blood sinus, containing closely packed nucleated blood cells. The adenoid tissue consists of numerous leucocytes contained in a dense reticular meshwork, and is frequently marked off from the sinuses by an irregular endothelium. In a few, little adenoid tissue is present in the head kidney, the organ having the appearance of a large blood sinus with a dense reticulum. This is well seen in *Rhombus laevis* and *Pleuronectes flesus*. In others lymphoid tissue forms the bulk of the gland, and only a few very distinct sinuses are present, e. g. *Hypoglossoides limandoides*.

Acipenser sturio is the only ganoid which has been examined. The head kidney consists chiefly of adenoid tissue with here and there small indefinite blood sinuses containing nucleated corpuscles (which were also found in the lymphoid tissue).

No phagocytosis has as yet been observed in these head kidneys.

VII. Vascular supply of the hæmal glands of the rat.

Little attention has been paid to this important part of the anatomy of the hæmolymph glands. Drummond devoted a paragraph to the circulation, but he states that no good specimens were obtained in the dogs which he injected, as he could not distinguish hæmal lymphatic, from lymphatic glands, after the injection. His description was based upon an examination of serial stained sections. This

method of tracing blood vessels seems one which is scarcely likely to give satisfactory results. At any rate I am unable to confirm the account given by Drummond of the vascular supply. The difficulty, of being unable to identify the glands after injection, is easily remedied by noting the position of the glands before commencing the operation.

The arteries and veins have been separately injected in the rat directly after death with a warm carmine gelatine mass. The animals were placed on one side until the injection hardened, when the glands were excised and embedded in paraffin. Serial sections of a thickness of from 10—20 μ were then cut.

I find that one or more arteries enter the hilum of a gland; these spring in the case of the *splenic group* from the *splenic* artery, and in the case of the *renal group* from the *renal* arteries (pl. I. fig. 7). On reaching the capsule they break up into several branches, of which one or more opens *directly into the sinus*. The wall of such an artery is continuous with the capsule of the gland. Other arteries proceed across the sinus, being conducted in the gland of a rat, in which trabeculae are rarely found, by cords of adenoid tissue, to the general mass of lymphoid tissue¹⁾ (pl. I. fig. 5; pl. II. fig. 12 and 13). Here they branch into smaller and smaller vessels and eventually form a capillary network.

In preparations in which the *arteries* were injected the sinus was engorged with the red mass (pl. II. fig. 12), so that this portion of the gland appeared on section of a uniform red colour, except for the regular interruption of reticulum fibres and phagocytes, which give such sections of the sinus a characteristic network appearance. From the border of the sinus adjoining the lymphoid tissue small vessels or capillaries run into this lymphoid tissue (pl. II. fig. 12 and pl. I. fig. 5 c.a).

After injection of the *veins*, sections of the glands showed very different appearances; in some cases no injection had found its way into the sinuses, though minute capillary networks were picked out

¹⁾ I have not found blood vessels or capillaries lying free in the sinus; they invariably have this sheath of adenoid tissue.

in the adenoid tissue (pl. II. fig. 13). In other cases a certain amount of the coloured gelatin was seen here and there in the sinuses (pl. II. fig. 13 s), in no case were the sinuses filled with injection, as they are after injecting the arteries. I believe that the small capillaries, alluded to above and seen in pl. I. fig. 5 c.a open from the sinuses and join minute veins; these are joined by other minute veins from the adenoid tissue, which return the blood from the small arteries and capillaries of the same, to form larger veins; these course towards the hilum, always increasing in size as tributaries join them, until, leaving the general lymphoid mass, they are conducted along the finger shaped processes of the adenoid tissue, which they ultimately leave by piercing the capsule. In addition to these veins, others (pl. I. fig. 5 v) spring directly from the sinuses, having a connection with the sinus similar to the entering arteries. These are protected by valves, which prevent the direct injection of the sinuses by the veins, giving in injected specimens the appearance seen in pl. II. fig. 13.

The veins from the splenic hæmal glands join the splenic vein and ultimately the portal; those draining the blood from the renal group may be traced to the renal veins (pl. I. fig. 7).

The general structure of the capillaries and small blood, vessels as seen in sections exhibits no extraordinary features. Thomé, who worked with certain "Lymphdrüsen" of the monkey, has stated that the endothelium cells lining them are in many cases almost cylindrical, but I have been unable to find this appearance in any gland examined. The cells are flattened or spindle-shaped as in the case of other, capillaries, and are continuous with those lining the sinuses. Thomé also believed that phagocytes take origin from these cells. I have not noticed any appearances which could justify me in confirming him, though it is probable that phagocytes arise from cells directly continuous with these.

VIII. Nervous supply in the rat and dog.

The nervous supply to the hæmal glands has hitherto received no attention. I have studied it in the rat and dog, particularly in the former, and find the main features identical in both.

The method originally intended was that used by Chevrel¹⁾ for the display of the sympathetic nerve fibres in fishes. Osmic acid is painted on the dissection, with the result, in fishes, that the nerves stain black while surrounding tissues remain white. In attempting this method upon mammalian material the result has been reversed; the nerves for a long while remain white while the surrounding fat becomes black. Painting with corrosive sublimate, after the osmic is washed off with distilled water, increases the contrast.

A large tangled plexus of nerves issues from a ganglion (*semilunar ganglion*) over the aorta, above the renal vessels (pl. I. fig. 7); the fibres run along the bloodvessels of the neighbourhood, forming minor plexuses. Those with which we are chiefly concerned accompany the splenic and renal vessels; from these minor plexuses, numerous offshoots are given to the corresponding splenic and renal groups of glands. In many cases a plexus is formed around the gland, in others fine fibres may be traced into the substance of the capsule. Other fibres proceed from the ganglion more directly, while in the case of the splenic group, several fibres arise from the solar plexus itself (or more correctly from that portion of the plexus lying on the aorta anterior to the ganglion).

Several attempts have been made to display the nerve supply to the interior of the gland, using the gold chloride and formic acid method of Löwit. I can at present only state that the capsule has an abundant nerve supply, the fine nervous fibrils breaking up in this tissue and in the trabeculae, and ending in delicate twigs, to which are occasionally attached small angular enlargements.

The nerve supply of the organs under consideration is so abundant, as to lead to the conclusion, that a considerable influence must be exercised by the nervous system, probably in close connection with the changes taking place in the glands. Stimulation of the gland itself or of the nerves supplying it, in the living animal, causes slight but distinct paling of the red patches representing the sinuses, while at the same time the whole gland suffers a slight diminution in bulk.

¹⁾ Archives de Zoologie expér. et gén. 2^e serie. tome V. bis. 1887. Supplémentaire.

These observations are based on direct naked eye appearances only.¹⁾ The changes seem to be very similar to those taking place in the spleen when similarly stimulated, and are probably brought about by contraction of the abundant involuntary muscle fibres in capsule and trabeculae. No rhythmical contractions have been observed in any glands.

IX. Lymphatic supply.

In the glands of the rat I have failed to find any definite lymphatic vessels of any sort; the same observation applies to hæmal glands generally.

In the hæmal lymphatic glands of the cat, dog, and ferret, there is no difficulty in finding large vessels containing nothing but lymph corpuscles in many parts of the organ. The method adopted for tracing the vessels was as follows: A cat was fed on a fatty diet including milk, and a few hours afterwards killed and quickly opened. The lymphatic vessels were charged with white chyle, and many were traced to the glands at different points. Sometimes as many as six to ten of these afferent vessels pierced the capsule, while one large efferent vessel led away from it. Such a gland was quickly excised and fixed and hardened in Flemming's solution or osmic acid. The chyle was thus stained black, wherever present in the gland, and formed a natural injection, by which the lymphatic circulation could be ascertained. Sections of the gland showed the sinuses stained black in many places, indicating that the chyle stream has a direct connection with them. When preparations of the corresponding glands were made by other methods these sinuses were seen to contain many blood corpuscles, so that one can but conclude that in the sinuses there is a mixture of blood and lymph.

X. An account of Phagocytosis in the hæmolymph series of glands.

1. *The phenomena of Phagocytosis.*

The process of phagocytosis is remarkably well seen, in all its stages, in the hæmal glands of the rat; the most satisfactory results

¹⁾ The difficulties of obtaining graphic records of such changes are obvious.

are to be obtained by staining sections of these glands in hæmalum and eosin, on account of the well known attraction of red cells for eosin. This method gives a bright contrast between the red cells, the blue of the hæmalum and the yellow of the pigment.

I have attempted in my figures (pl. I. fig. 11) to give typical illustrations of the process of phagocytosis; all the stages with the exception of one (pl. I. fig. 11 *d*) were drawn from the same slide.

Vincent and Harrison¹⁾ first suggested that, in the hæmal glands, a phagocyte, by a method similar to that adopted by an amœba in feeding, may ingest several (as many as 20) erythrocytes. They supposed that the ingested cells are subsequently attacked, and eventually transformed into the pigment, which they found both in the cells and free in the sinuses.

Schumacher's²⁾ description was more detailed. He observed a vacuolation, not only in the phagocyte, but in the ingested red cells themselves. The vacuoles of each erythrocyte, he described as running together, so that ultimately a single vacuole remained, of the shape and size of an erythrocyte. I am unable to confirm these observations of Schumacher. In cover glass preparations vacuoles certainly abound, but such a preparation is not altogether satisfactory, as the mere drying of the film, or the friction produced by the cover glass, is quite sufficient to produce appearances easily mistaken for vacuoles: in fact many other specimens prepared by this method show a distinct vacuolation in many cells, though such is not normally the appearance. In sections, however, vacuoles do certainly exist, but these have only been observed, with very few exceptions, in the interior of cells containing little or no pigment. Moreover in these vacuoles are frequently seen unaltered blood corpuscles (pl. I. fig. 11 *c*). I consider the vacuolation due to the fact that where one or more blood cells are engulfed by the pseudopodia of a phagocyte (assuming that it ingests erythrocytes or other food particles after the manner of an

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Loc. cit. It is to be remembered that Schumacher described phagocytosis in "Lymphdrüsen" and apparently was unacquainted with any special form of the glands such as hæmal or hæmal lymphatic.

amœba), a considerable quantity of plasma is taken in with them, giving rise to the appearance in section of red cells lying in an empty space. I cannot agree with Schumacher that vacuolation is characteristic of certain phases in the *destruction* of an erythrocyte.

On a careful examination of a number of eosin stained sections, I have observed that many small red masses occur in the interior of phagocytes or giant cells. *These are of two varieties.* The one variety consists of oval pale bodies of the shape and size of red blood corpuscles, staining of the same depth of tint, or perhaps less deeply than the erythrocytes found in the surrounding sinus (pl. I. fig. 11 *d.e.f*): these are freshly ingested blood cells, of which there may be from one to twenty in the interior of a single phagocyte (pl. I. fig. 11 *d*), and one or more are often seen lying in a clear space, which may be termed a vacuole (pl. I. fig. 11 *c*). A second variety of eosin stained body is more conspicuous. They are more brightly stained, and are usually spherical. They are more highly refractive and vary in size from very minute globules to rounded masses twice the size of a blood corpuscle (pl. I. fig. 11 *g.h.j*). They are, I consider, masses of hæmoglobin. The appearances seen in sections have led me to perform some comparative experiments on the staining power of equal portions of ordinary defibrinated and laked blood. The results of these experiments point to one of two conclusions: either that the cell wall of an erythrocyte is not easily permeated by eosin, or that hæmoglobin forms with a constituent of the cell protoplasm a compound which has a weaker affinity for eosin, than hæmoglobin itself.

The first action of a phagocyte upon a red cell is probably therefore in the direction of liberating its contents, either by absorption or rupture of the cell membrane; in either the result is the formation of a spherical mass of hæmoglobin. Several globules of hæmoglobin may run together to form a larger mass, or, as more frequently occurs, some of the original globules break up into several smaller ones, any of which may take on the spherical form. The more lightly stained masses, which are probably unaltered erythrocytes, show considerable constancy in shape and size.

It is not unlikely that worn out or damaged cells, and not heal-

thy individuals are destroyed by the phagocyte; and *it is further possible that the first stage in the disintegration may occur in the blood stream.*

I now pass on to the further changes which occur in phagocytosis. In many giant cells yellow *masses of pigment are observed, of the dimensions of an erythrocyte, and moreover many intermediate forms between the darkly stained spherical red bodies, and these masses of pigment.* Thus rounded masses are present which consist of two zones, centrally of the dark highly refractive red, and peripherally of bright yellow. The inner zone is irregular in outline, and the yellow zone surrounding it has every appearance of eating its way into it (pl. I. fig. 11 *i.k*); between the two layers minute black granules are often apparent, of the nature of which it is impossible to speak definitely, though they are probably some intermediate form of pigment such as hæmatin. In some cases the yellow zone is increased at the expense of the red, in other cases there is but a thin yellow zone surrounding a larger red area; yet again there are yellow bodies with a tinge of red spreading from the centre (pl. I. fig. 11 *h.i*). In all cases, when present, the red zone is of the dark highly refractive red colour.

Such bodies as have just been described, can only be regarded as intermediate stages in the transformation of masses of hæmoglobin into masses of pigment.

Many observers have stated that pigment, in large quantities, is found lying free in the blood sinuses of these glands, but I am unable to confirm this statement. Only very small quantities have occasionally been seen in a free state in this situation. The yellow pigment is almost invariably enclosed in large amœboid cells, while in the sinuses. In some cases it is present in such quantities as to obscure the nucleus (pl. I. fig. 11 *l* and pl. I. fig. 9 *ph. 3*): this may possibly account for the view of previous observers that such pigment is free.

It is very strikingly apparent in all my preparations that whereas the pigment in the cells of the sinus is usually finely granular, large quantities are found in the adenoid tissue in the neighbourhood of the sinuses which is of a darker tint, often dark brown, consequent upon its collection into these larger masses (pl. I. fig. 8). In this situation

the contents of many broken down phagocytes have apparently run together to form large spherical aggregations, often many times the size of a phagocyte. These are presumably free, though in the case of many of the smaller masses, a thin cell wall may be observed surrounding a globular mass of pigment, and occasionally a nucleus is to be seen. It is extremely likely in view of these facts, that after red cells have been completely converted into pigment, either into pigment masses of the same size, or into a number of minute masses or granules of smaller size, that these masses tend to run together, owing to increased pressure in the cell, and form larger masses. When a phagocyte has reached this stage and is overloaded with pigment, it is no longer serviceable in the sinus and wanders away to the adenoid tissue. Probably the adenoid tissue is reached through such capillaries as are illustrated by fig. 5 *c.a.*, in which phagocytes overloaded with pigment are often found. Reaching the adenoid tissue the pigment is liberated, simultaneous with the death of the phagocyte, which could not possibly be restored to its original form. The pigment thus freed runs together into the large masses already described, and leaves the glands by the small veins communicating with the capillaries just mentioned.

Schumacher described in his first paper certain rod shaped enclosures within the phagocytes, in his last contribution he stated that he had not observed them with such frequency after the publication of his first article; I have only very occasionally observed such appearances. The same observer described leucocytes within the giant cells, though he did not lay much stress on the observation. In this I am able entirely to confirm him, and had indeed observed them before seeing his paper (pl. I. fig. 11 *j*). They occur with considerable frequency in some glands, *particularly in hæmal lymphatic glands*, and it is often possible to make out stages in their disintegration (pl. I. fig. 11 *k*). When first seen they give the phagocyte the appearance of possessing two nuclei, but on closer inspection a difference in staining reaction between the two nuclei is noticeable, the smaller nucleus closely resembling a cell such as is found in the lymphoid tissue. It is probable that this form of destruction of leucocytes occurs

in certain glands, especially those richly supplied with lymph, to a far larger extent than is at present suspected, as the process is much more difficult to detect than erythrocyte disintegration. The process of breaking down the leucocyte seems to consist essentially in its solution; the nucleus may be split up, or a giant cell may be found containing irregular bodies, staining a light blue tint, which are in all probability the remains of leucocyte nuclei.

For some time there was difficulty in finding a phagocyte containing no red corpuscles or pigment; in other words a young giant cell. In many sections, however there are to be seen large clear "*hyaline*" cells, the protoplasm of which stains a light blue or violet with hæmalum (pl. I. fig. 11 *a* and pl. I. fig. 9 *l.h.c*), these cells are usually of the same size as a phagocyte and occasionally contain blood cells enclosed in vacuoles (pl. I. fig. 11 *c*). Mitosis is also frequently seen going on in them (pl. I. fig. 11 *b*). The difference between such a cell and one of those filled with pigment and blood corpuscles is so striking that they are easily mistaken for different varieties of cells: it seems very probable that they are phagocytes, either newly developed or in an inactive condition.

2. Glands in which Phagocytosis occurs.

Up to the present time, the extent to which phagocytes, or giant cells capable of destroying erythrocytes, are distributed throughout the hæmolymp organs of vertebrates has not been fully realised. They have been described in the spleen by Kölliker, as already noted; in the hæmal glands of the rat by Vincent and Harrison; in certain lymph glands in monkeys by Schumacher; and in the hæmal lymphatic glands of dogs by Drummond. *I have not failed to find signs of phagocytosis proceeding in the hæmal or hæmal lymphatic glands of any Mammal examined.* In the glands of man, monkey, ox, sheep

¹) In fresh preparations Schumacher has failed to observe actual phagocytosis proceeding, though he has noticed slow amœboid movements of the giant cells. I have several times watched phagocytes on the warm stage, but have never seen the ingestion of red cells. I have also placed amœbæ in a highly dilute saline solution containing erythrocytes but never observed even the ingestion of the blood corpuscles by the amœbæ.

and horse, occasional cells containing erythrocytes occur, and also scattered masses of pigment. In the hæmal lymphatic glands of the dog, cat, ferret, stoat and weasel, phagocytes crammed with red blood cells are frequent. In the rabbit and rat, the process is so active that the sinuses are usually literally packed with phagocytes. In the pig and guinea pig though I cannot be certain of having seen these giant cells, yet small masses of pigment are occasionally scattered over the sections.

In birds the only glands examined have been those of the fowl, and in these abundant signs of phagocytosis have been observed.

The process however is not confined to these glands; it is occasionally found in ordinary lymphatic glands, especially in those of the rat and rabbit, less frequently in those of the sheep. It is difficult to understand how the blood reaches the lymph sinuses in ordinary lymphatic glands, unless indeed some communication exists between these spaces and the blood capillaries. In the case of certain glands in which the blood vessels have been injected, the gelatin mass has occasionally been noticed in the sinuses; whether this is due to such a communication, or to breaking down of the delicate capillary walls, I am not prepared to say.¹⁾

3. Origin of Phagocytes.

Three views have been held as to the origin of phagocytes found in hæmolympathic structures. Of these the first advanced was that of Schumacher, which supposed the phagocyte to be developed from a reticulum cell. This view, which has lately been supported by Weidenreich, breaks down if the idea that the reticulum is composed of fibrous tissue and not branched cells, is accepted. Schumacher considered that the reticulum is composed of branched cells, and advanced the following evidence in support of the theory that they give origin to phagocytes.

He stated that different phases occur in the glands of monkeys: that in one gland, great abundance of reticulum and few phagocytes

¹⁾ Another explanation, namely that such glands are low types of hæmal lymphatic glands, might be offered.

are present, while in others little reticulum but numerous phagocytes are found.

In other glands he has observed many phagocytes, some spherical, others shewing clear branched processes, which were in many cases directly continuous with similar processes of reticulum cells.

I am unable to entirely confirm this view of the origin of phagocytes, for as is now recognised, reticulum consists of fibres and not branched cells. Also, even if the reticulum were composed of branched cells, the loss of these, when they were developed into phagocytes, would leave the adenoid tissue almost entirely unsupported. It is much more probable that the processes observed by Schumacher were those of "endothelium cells attached to the reticulum" and that these cells give origin to phagocytes. The second view has been advanced by Thomé¹⁾, who believes that endothelium cells lining the capillaries are developed into giant cells with phagocytic properties. He has observed certain intermediate forms between endothelium cells of the capillaries and phagocytes. The third view has been suggested by Drummond²⁾ who believes the cells are nothing more than enlarged leucocytes. He has found a complete series of intermediate forms between ordinary leucocytes and the hyaline cells under discussion. In one respect I am able to confirm Drummond, in that certain of the intermediate forms he described have been observed, such as smaller hyaline cells, and leucocytes having more than the usual amount of protoplasm surrounding them. But this is not sufficient evidence in support of the theory, though it is certainly somewhat comparable to the statement by Kölliker³⁾, that ordinary leucocytes in the spleen grow, by feeding upon red cells, into giant cells or phagocytes. There is no reason however why this view should be abandoned, or indeed why all three processes should not proceed side by side. I am inclined to the view that *the endothelium lining the reticulum, capsule, adenoid tissue and capillaries is continuous, and think it highly probably that phagocytes may be developed from any or all of its cells*. In a hæmal gland from an ox, I have observed endothelial cells, containing the characteristic pigment, covering

¹⁾ Loc. cit. ²⁾ Loc. cit. ³⁾ Loc. cit.

the trabeculae (pl. II. fig. 15), and also other irregular cells, similarly filled, in close connection with reticulum fibres. In one cell, drawn in the figure, and which was more swollen than the remainder, an enclosed erythrocyte was observed, and this large cell was continuous by means of a protoplasmic process with the endothelial lining of a trabecular strand. It is also certain that in some glands, where phagocytes are especially numerous, the reticulum seems considerably reduced, though the actual reticulum fibres, which often stain but lightly, are not scarcer, *but rather the endothelium or "reticulum cells" usually attached to them are absent.* Nothing has been observed suggesting the origin of phagocytes from the endothelium of capillaries *but it is probable that endothelial cells in other situations are capable of developing into cells with blood destroying properties.* The question cannot be definitely settled until a really good series of intermediate forms between such an endothelium cell and a phagocyte has been observed.

In discussing the origin of the cells under consideration Schumacher has described an appearance to which he gives the name "Zwischengewebe". This he found in the sinus, in the neighbourhood of the capsule, consisting of densely packed phagocytes, which were so closely pressed together as to occasionally assume hexagonal outlines; in these cells he described the process of mitosis as actively proceeding, believing such groups of cells to be the situation in which the phagocytes of the gland, generally, have their origin. Structures somewhat resembling these appearances certainly exist in some of the glands of the rat, but by no means frequently, and I am not convinced that they represent the only or even the chief position in which phagocytes have their origin.

4. Nature of the pigment found in the glands.

A general misconception has arisen in regard to the extent to which the breaking down of the blood pigment may proceed in hæmolymp glands. It is surprising to find the statement by Halliburton¹⁾, that the spleen cells do not proceed so far as to liberate hæmoglobin from the corpuscles. If *this* change does not occur, what possible

¹⁾ Essentials of Chemical Physiology. 1899.

destructive effect can the spleen have upon blood corpuscles? The argument, advanced against the breaking down of red cells, is that no free hæmoglobin is found in the splenic vein; this statement may or may not be correct, *but in a small vein of the spleen, I have observed quantities of the bright yellow pigment*, so characteristic of blood destruction.

In the glands with which we are more particularly concerned at present, pigment is found in abundance in the sinuses and adenoid tissue, varying in colour from a bright golden yellow, to a deep orange or brown, according to the density of its accumulation. Drummond and Warthin have both noticed the presence of free iron in the glands, though the last observer has given no account of the methods which he employed in identifying it. Drummond employed the potassium ferrocyanide and hydrochloric acid method. I have used both this method and that of Macallum, which consists in soaking alcohol hardened sections for a few minutes in a dilute solution (1 in 300) of hæmatoxylin. Free iron particles are stained an intense black. Sections so treated show small black granules similar to those seen in liver cells, within the phagocytes and on the borders of the adenoid tissue. It is probable that much of the hæmoglobin of disintegrated erythrocytes is completely reduced to an iron free pigment.

There seems no reason to doubt that the process of blood destruction in the spleen is identical with that in hæmolymp glands generally.

The problem, as to the precise nature of the pigment, is harder to solve. Vincent and Harrison considered it to be some form of hæmatin. As the substance is embedded either in the adenoid tissue or in the phagocytes, microchemical tests are to large degree unsatisfactory. In experiments on teased preparations, it has been found that the pigment is, to a considerable extent, soluble in alkalis; solutions of sufficient concentration, show, on spectroscopic examination, absorption in the red and violet, but no bands are apparent. Further, in many cases, the addition of a fuming concentrated solution of nitric acid caused the appearance of a faint green colouration (Gmelin's test). I am inclined to regard the pigment as closely allied to bilirubin, if not, identical with it. There is no reason, to doubt the capability

of the spleen and other hæmolymp glands, to so reduce hæmoglobin to iron free compounds. Latschenberger¹⁾ found that, twelve hours after the injection of defibrated blood subcutaneously, in the horse, the tissues contained a substance in flakes *varying in colour from dark orange to bright yellow, composed of small spherical masses, about a quarter the size of red corpuscles, which gave Gmelin's reaction readily.* It is highly probable that the pigment present in hæmolymp glands is identical with that found by Latschenberger.

5. *Relative degree of activity, as regards Phagocytosis, of the spleen and hæmal glands of the rat.*

The hæmal glands of certain animals are so conspicuous, that a comparison of their united weight, with that of the spleen and that of the whole body, is of interest.

I was at first inclined to regard the function of hæmal glands as subsidiary to that of the spleen, but after an examination of numerous sections of the latter organ, I believe that the process of blood destruction occurs in the hæmal glands, of the rat at all events, to an extent exceeding the similar process in the spleen. Vincent and Harrison noticed the similarity, between the process occurring in the two varieties of organ; they are more than similar, *they are identical*, and the above description of the phenomena of phagocytosis will apply equally to the spleen or hæmal glands.

Whereas only a few scattered phagocytes are found in the spleen, these cells form *the most conspicuous cells in the hæmal glands of the rat*, and I am of opinion, although estimates of this kind can naturally be but approximate, that blood destruction proceeds, to a far larger extent, in a single hæmal gland in the rat than in the entire spleen. When it is considered that often as many as 10—15 such glands may be found in a rat, the extreme importance of these glands, as destroyers of blood, can no longer be doubted.

The following is the result of a number of estimations of the weight of the hæmal glands, compared with that of the spleen and body weight:

¹⁾ Monatsh. f. Chem. Wien 1888. Bd. IX. S. 52; Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1888. Bd. XLVII. Abt. 2b. S. 15.

Average weight of body	185	grammes,
Average weight of spleen	0,702	grammes,
Average weight of glands	0,081	grammes.

These results apply to the tame rat only, the weight of the glands in the wild rat is very much increased proportionately, even as much as three or four times.

I have been unable to find any relation between the total weight of the glands and that of the spleen in different rats. For example in the case of an abnormally small spleen, the hæmal glands showed no signs of enlargement, as would certainly be expected if the function of hæmal glands was subsidiary to that of the spleen. The evidence given by the experiments of Vincent [17c] is in accordance with these observations: in a number of Splenectomy experiments upon dogs, he was unable to detect any hypertrophy of the hæmal lymphatic glands, even after a period of eighteen months; nor was there any appreciably increased phagocytosis apparent in any of these glands.

XI. Function of the hæmolymp organs.

The result of the present investigation has been to further confirm the view as to the blood destroying powers of hæmolymp glands, and to show that the process is more widespread than has as yet been suspected. It has also resulted in the conclusion that the processes are identical in the spleen, hæmal, hæmal lymphatic and lymphatic glands.¹⁾

Another undoubted function of all the members of the series, is the elaboration of white corpuscles. This process proceeds in the germ centres, in which stages of active karyokinetic division may be frequently observed. Mitosis also occurs in the general lymphoid tissue, where nuclear figures are often seen.

The glands have a further minor function, namely the destruction of leucocytes. This occurs by phagocytosis in many glands, but particularly in those organs which are abundantly supplied by lymph. Disintegration also takes place in another form. Schumacher has ob-

¹⁾ If such processes take place in lymphatic glands, which is extremely doubtful.

served masses, having a homogenous structure, in the lymphoid tissue, in which he considers such degeneration is probable, believing that it takes place in a manner similar to that occurring in connective tissue.

Warthin has suggested a fourth function, the elaboration of red cells. The appearances described have been noticed in the case of the spleen only. The function may be as he suggests pathological, or peculiar to the glands of the human subject.

A cyclic function has been attributed to the hæmal glands by several observers; the view has been based on the fact that different appearances have been noticed at different times in glands taken from the same positions, giving an indication of different phases of activity. Such changes are particularly noticeable in the glands of the rat, though they also occur to a minor extent in many other animals. The glands, in the rat, possess a very thin transparent capsule, consequently the nature of the contents of the sinuses may be judged by external appearances: thus they are sometimes brown, sometimes red. Sections of such glands show, in the first case, the sinuses filled with phagocytes containing pigment; little or no blood is present, and the reticulum is indistinct (probably owing to the liberation of endothelial cells). In the second case, the sinuses are seen to be filled with blood, only a few phagocytes are present and the reticulum is conspicuous. Intermediate stages are found, the glands having to the naked eye a mottled red and brown appearance while in sections the sinuses are observed to contain a number of phagocytes and red blood corpuscles.

These appearances would seem to be due to the setting free of a number of phagocytes "*en masse*", into a blood-filled sinus. These cells rapidly ingest the bulk of the erythrocytes present and convert them into pigment. The pigment is set free in the adenoid tissue and is found in this situation in large quantities, especially in those glands which have their sinuses filled with blood. The wandering of the phagocytes to the adenoid tissue would leave the sinuses empty, and this may account for the "collapsed" glands occasionally met with. Presumably the collapsed gland is once more distended with blood,

and the remaining endothelium cells again proliferate, liberating a new batch of phagocytes, with the commencement of a new cycle.

As to the length of the various phases of such a cycle, nothing is definitely known, but it is probable that the stage in which pigment abounds in the sinuses is of longer duration than that in which they are filled with blood. The following statistics seem to indicate that this first stage is approximately double the length of the second.

No. of rats examined	46.
„ „ brown renal glands found	59.
„ „ red renal glands found	32.

Experimental work in this direction might be done with advantage. For instance a living rat might be opened from time to time and the colour of the organs noticed. Such an experiment would be interesting as furnishing evidence of the time taken by a phagocyte to destroy a blood cell.

If the above appearances may be construed as indicating a cyclic function of the organs it is probable that they occur throughout all the glands of the body simultaneously, as it is usually found, that if one of the organs has a brown colour, the remainder will also have the same tint.

XII. Development.

The development of the hæmal glands has as yet received little attention. So far as I know no work has been done in this direction, and a discussion without such investigation is of little value. Vincent and Harrison¹⁾ considered that they were modified lymphatic glands, and probably developed from these. Drummond²⁾ differed from these observers on two grounds; first that hæmal glands have not the same distribution as ordinary lymphatic glands; and secondly that they are seen at a comparatively early stage in the embryo. He describes the development of the lymphatic system and the adenoid tissue of lymphatic glands, and considers that in the earliest stages the development of the hæmal glands may run parallel to that of the true lymphatic

¹⁾ Loc. cit. — ²⁾ Loc. cit.

glands. He has found typical hæmal glands in a foetal calf measuring 9 inches, which were in diameter from .5 to .75 mm.

As to the first objection brought forward against the view that they are developed from ordinary lymphatic glands, I cannot agree with Drummond in his opinion that hæmal glands have not a very similar distribution to ordinary lymphatic glands. In the Ungulata the two varieties are found together in all situations within the body and chest cavities. In rats the general arrangement is certainly very constant, but so also is the distribution of ordinary lymphatic glands. Further, in the only case in which I have observed a renal hæmal gland absent in the rat, it was replaced by a lymphatic gland.

In a human foetus 5 months old, I have found two small renal glands, which were undoubtedly hæmal glands, though too macerated for histological examination. It has also been noticed, that in rats, the older the rat, the more characteristic is the gland: in the youngest rats, glands containing but a very small proportion of sinus occur, and in still younger ones, or in embryos before birth, structures containing no blood sinuses are often present. In this animal the sinuses seem to appear and develope as the animal grows.¹⁾

There is no direct evidence that hæmal glands are developed in the individual from ordinary lymphatic glands, though we may conceive of their having been phylogenetically so derived.

XIII. On the structural inter-relationship of the various members of the hæmolymph series.

It is necessary, before entering upon a comparison of the different members of the hæmolymph series, that a short description should be given of the structure of the spleen, as it has been interpreted after the examination of a number of specimens. The previous literature on the subject is so extensive, that it cannot here be fully considered. It is only essential to briefly summarize the accounts

¹⁾ In a pup, less than one week old, recently examined, very numerous glands were found. They were present in larger numbers than in the adult, and their sinuses appeared larger. They have not yet been histologically examined.

of three recent observers, dealing chiefly with those points having the closest bearing upon the present subject.

In many text books, as in that of Böhm und Davidoff¹⁾, it is stated that the vascular system of the spleen is open; that is to say, that many small capillaries open directly into what is termed the "spleen pulp", and that veins commencing in a similar fashion, by direct continuity with the interior of the pulp spaces, form the channel by which the blood is drained away.

Kölliker [9 a], after a number of experiments, in which he made careful injections of the arteries and veins, under different pressures, concludes that the vascular system is closed, or in other words that the blood never leaves the vascular channels. He believes, that injections passing into the pulp space, are extravasations, for delicate injections do not enter the spleen pulp, which consists of a string like arrangement, filling up the spaces between the blood vessels, the veins in particular.

Weidenreich [19 a] believes in both open and closed systems, occurring side by side; that there is an arterial supply directly continuous with a venous supply by capillaries; while there are in addition arteries and veins, which have direct communication with the spleen pulp.²⁾

My investigations lead me to a view hardly agreeing with any of those above quoted. In the first place *the Malpighian corpuscles of the spleen may in many cases be seen to be enclosed in a very definite endothelium* (pl. II. fig. 16), which in all its features resembles that covering the adenoid tissue of a hæmal gland. The spleen pulp may be regarded simply as a large sinus, traversed by an exceedingly dense reticulum and by many trabeculae, which conduct the blood vessels through it. It is true that small capillaries open into the spleen pulp, or rather into this sinus, and that small veins conduct the blood directly away from it. The reticulum of the spleen is composed, as

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Weidenreich also refers to the homology between the spleen pulp and the sinus of a "hæmolymp" gland. This has been noticed by several previous observers.

in the case of hæmal glands generally, of a fibrous meshwork, *lined throughout by a definite endothelium, which forms a layer more or less continuous with the endothelium covering the Malpighian corpuscles*. This arrangement is such that when the blood leaves the capillaries or small arteries entering the spleen pulp, it passes into spaces lined, by endothelium, *which together form a large sinus in every way comparable to that of the typical hæmal glands of the sheep or ox*, although in the spleen the reticulum is denser. The endothelium of the small arteries and veins entering or leaving the spleen is continuous with the endothelium of the reticulum, though the cells of the latter are to a great extent modified to suit their surroundings. The application of an endothelial cell to an irregular fibrous structure, such as reticulum, must necessarily distort it considerably, and when sections are taken through such an endothelial-lined reticulum, it may often appear to be composed of irregular or branched cells. The blood stream consequently remains in closed spaces, and has little or no contact with adenoid tissue or reticulum, except in the case of the absence of an endothelial cell, which may in many cases be due to its having assumed phagocytic functions.

As regards the inter-relationships of the different glands under discussion, the general arrangement of the adenoid tissue and sinus forms the first point of consideration. Adenoid tissue exists in each individual of the hæmolymp series, from the lymphatic gland to the spleen, but it is more abundant in the former and least in the latter (pl. II. fig. 17—20). In the lymphatic glands almost the entire organ is made up of this tissue, broken up considerably by the comparatively small lymphatic sinuses which pervade it (pl. I. fig. 4 and pl. II. fig. 17). In the hæmal lymphatic gland (pl. I. fig. 3 and pl. II. fig. 18), there is always a large sinus, usually centrally placed. There are in addition peripheral sinuses connected with the central sinus by numerous smaller blood-lymph spaces, which are extremely subdivided. In the hæmal gland of the sheep the peripheral sinus occupies more than half the area of section, and has smaller sinuses in connection with it (pl. I. fig. 2 and pl. II. fig. 19). In the spleen (pl. I. fig. 1 and pl. II. fig. 20), *the sinus forms the chief part of the gland*; and the Malpighian cor-

puscles are the sole representations of the lymphoid masses of other members of the series, which elaborate white corpuscles. Furthermore, in such masses large arteries usually exist; thus they are found in the lymphoid masses of lymphatic and hæmal lymphatic glands; in the hæmal gland they occur in strands of adenoid tissue in every way comparable to the spherical Malpighian corpuscles of the spleen, which are almost always found to contain small blood vessels coursing through them.

Endothelium and reticulum are common to all the organs and have an identical arrangement in each. The reticulum and trabeculae become more numerous as one ascends the series to the spleen, in which they are particularly dense. This is but natural, as one of the chief functions of reticulum and trabeculae is their supporting property, for they hold the lymphoid tissue in place in the centre of the sinuses; accordingly they are most plentiful in the organ having the widest sinus.

Further points of resemblance between the members of the series are found in their functions. It is probable that in almost all blood destruction and elaboration of white cells proceeds.

The chief differences of importance between the various hæmolympH glands, lie in their vascular and lymphatic supply. This has already been referred to in previous paragraphs as depending on the relative quantities of the fluids, blood or lymph, supplied to the organs. Thus whereas the lymphatic ducts to the spleen (pl. II. fig. 20) are probably confined to the walls of the blood vessels and the Malpighian corpuscles, blood enters freely into the sinus (spleen pulp). On the other hand the vascular supply of lymphatic glands is comparatively small (pl. II. fig. 17) and it is not yet ascertained that there is any communication between this blood supply and the lymphatic sinuses, which are in connection with large lymph vessels. Between these extremes intermediate forms are found including the hæmal lymphatic gland which has an abundant blood and lymph supply.

From this account it will be seen that a complete series of hæmolympH organs exists, which may be classified in the order: *spleen, hæmal gland, hæmal lymphatic gland, and lymphatic gland*

XIV. Summary of chief Conclusions.

The following points are either new, or have not yet been sufficiently emphasised by previous observers.

1. It is probable that in addition to the spleen, glands which may be placed in the category of "*hæmal*" or "*hæmal lymphatic*" are universally present in *Mammalia*. Comparable structures occur also in *Aves* and *Pisces*. In *Mammalia* there is a definite distribution of the different varieties of hæmolymp glands throughout the several natural orders examined. Thus *typical* hæmal glands appear to be restricted to the *Primates* and *Ungulata*, while in *Carnivora* hæmal lymphatic glands only are present.

2. The hæmal and hæmal lymphatic glands are distributed with considerable degree of constancy in three main groups, *renal*, *splenic* and *subvertebral*.

3. The blood or blood lymph spaces of these glands are traversed by a fibrous reticulum, forming a network of spaces lined by cells commonly called "reticulum cells", which form a continuous layer with the typical endothelial cells bounding the sinus, and lining the vessels entering or leaving it.

4. In the modified hæmal glands of the rat, small arteries open directly into the sinuses, while veins proceed from the sinuses and appear to have direct communication with them, being strongly guarded by valves.

5. The glands in the rat and dog have been observed to have an abundant nervous supply from the sympathetic. Stimulation of the nerves, or gland itself, causes slight but definite paling of the organ, and a diminution in size.

6. In the *hæmal lymphatic glands*, the blood and lymph streams meet, and to a great extent mix.¹⁾

7. *Hæmal glands*, inclusive of spleen, and hæmal lymphatic glands are centres for the destruction of the blood elements both red and

¹⁾ This may account for the abundant presence of blood in the lymph, flowing from the thoracic duct, in cases where the inferior vena cava has been clamped with the object of raising the blood pressure in the abdominal capillaries. (Starling, Schäfer's Text Book of Physiology. 1901.)

white. Glands falling under the heading of ordinary lymphatic glands may have the same function to a slight degree. This takes place by a process of phagocytosis, identical in all. The process as applied to an erythrocyte is briefly as follows: A red cell is ingested by a phagocyte, and the cell contents are first liberated: the globular mass of hæmoglobin is transformed into granules of bright yellow pigment, by a gradual process, extending from the periphery to the centre of the globule. The final product appears to be a substance allied to bilirubin, and is liberated in the adenoid tissue.

8. In the rat the lower members of the hæmolymph series are, in proportion to their size (if not absolutely), more important as destroyers of erythrocytes, than the spleen.

9. The phagocytes are probably derived from any of the endothelial cells attached to the wall of the sinus or meshes of the reticulum. It is not impossible that still others may be transformed varieties of leucocytes.

10. The hæmolymph glands form structurally an almost unbroken series of organs, the simplest or least differentiated being the *ordinary lymphatic glands*, while the most highly differentiated is the *spleen*. Between these extremes are found structures of every possible graduation, including *hæmal lymphatic glands*, *hæmal glands*, and *accessory spleens*. The spleen pulp is not only homologous with the sinus of the lower members of the series, but structurally is almost identical with it.

This sinus is marked off from the adenoid tissue represented by the Malpighian corpuscles, by a definite endothelium, in every way comparable to that found in typical hæmal glands.

XV. Bibliography.

1. Balfour, The pronephros of Teleostians and Ganoids. Brit. Assoc. Reports 1881. p. 721.
2. Böhm und Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen. 2. Aufl. 1898.
3. Clarkson, a) Report on hæmal glands. British Medical Journal. July 1891. p. 183. — b) Text book of Histology. 1896.
4. Drummond, On the structure and functions of the hæmolymp glands. The Journal of Anatomy and Physiology. Jan. 1900. Vol. XXXIV. p. 198.
5. Gibbs, H., a) On some structures found in the connective tissue between the renal artery and vein. Quart. Journ. of Micr. Sc. 1884. Vol. XXIV. p. 186. — b) American Journal of Medical Sciences. 1893.
6. Höhl, E., Zur Histology des adenoiden Gewebes. Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abteilung. 1897. S. 133.
7. Hoyer, H., Beiträge zur Kenntnis der Lymphdrüsen. Archiv f. mikr. Anat. 1889. Bd. XXXIV.
8. Kanthack and Hardy, Morphology and Distribution of the wandering cells of Mammalia. Journal of Physiology. 1894—95. Vol. XVII. p. 82.
9. Kölliker, a) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. b) Mitteil. d. Züricher Nat. Ges. 1847. S. 120.
10. Leydig, Lehrbuch der Histologie der Menschen und der Tiere. 1857.
11. Minot, On a hitherto unrecognised form of blood circulation without capillaries in the organs of vertebrates. Proc. of the Boston Society of Natural History. 1900. Vol. XXIX. p. 185.
12. Robertson, W. F., Lancet. Nov. 1890.
13. Saltykow, Ueber bluthaltige Lymphdrüsen beim Menschen. Zeitschr. f. Heilkunde. 1900.
14. Schumacher, a) Ueber die Lymphdrüsen des *Macacus rhesus*. Archiv f. mikr. Anat. 1897. Bd. XLVIII. S. 145. — b) Ueber Phagocytose und die Abfuhrwege der Leucocyten in den Lymphdrüsen. Ibid. 1899. Bd. LIV. S. 311.
15. Thomé, Endothelien als Phagocyten (aus den Lymphdrüsen von *Macacus cynomolgus*). Ibid. 1898. Bd. LII. S. 820.
16. Vincent and Harrison, On the hæmolymp glands of some vertebrates. Journal of Anatomy and Physiology. Jan. 1897.

17. Vincent, S., a) Contributions to the comparative anatomy and histology of the suprarenal capsules etc. Transactions of the Zoological Society of London. 1897. Vol. XIV. Part III. — b) On hæmolymp and hæmal lymphatic glands. Proc. of Physiol. Society. Feb. 12. 1898. Journ. of Physiol. March 1898. Vol. XXII. No. 5. p. 40. — c) The question as to alterations in the lymphatic and hæmal glands after removal of the spleen. Proc. of Physiol. Society. Decr. 9. 1899. Journal of Physiol. April 1900. Vol. XXV. No. 4. p. 2.
 18. Warthin, a) Journal of Boston Society of Medical Sciences. April 1901. — b) Journal of Medical Research. July 1901. — c) American Journal of Anatomy. Nov. 1901.
 19. Weidenreich, a) Das Gefässsystem der menschlichen Milz. Archiv f. mikr. Anat. 1901. Bd. LVIII. No. 2. S. 247. — b) Ueber Blutlymphdrüsen; die Bedeutung der eosinophilen Leucocyten. Ueber Phagocytose und die Entstehung von Riesenzellen. Anat. Anz. Bd. XX. No. 7. S. 188 und No. 8/9. S. 193.
-

XVI. Explanation of Plates I, II.

The following abbreviations apply to all plates in which they occur.

<i>a</i>	artery.	<i>l</i>	lymphoid tissue.
<i>b.c</i>	blood cell.	<i>leu</i>	leucocyte.
<i>b.s</i>	blood sinus.	<i>ph</i>	phagocyte.
<i>b.s.c</i>	central blood sinus.	<i>p m</i>	pigment mass.
<i>b.s.p</i>	peripheral blood sinus.	<i>r</i>	reticulum.
<i>c</i>	capsule.	<i>r.c</i>	reticulum cell.
<i>c.c</i>	endothelium cell.	<i>s.l</i>	strand of lymphoid tissue.
<i>g.c</i>	germ centre.	<i>trb</i>	trabecula.
<i>i.m.f</i>	involuntary muscle fibre.	<i>v</i>	vein.

- Fig. 1. Portion of a section of spleen (as seen under a magnification of 50 diameters). *m.c.a* Malpighian corpuscles containing artery; *m.c.g* Malpighian corpuscles containing germ centre; *spl.p* Spleen pulp. (Reduced to $\frac{1}{2}$.)
- Fig. 2. Section of typical hæmal gland (as seen under a magnification of 45 diameters). The sinus contains blood cells in abundance and a few scattered leucocytes. (Reduced to $\frac{1}{2}$.)
- Fig. 3. Section of a portion of Dog's hæmal lymphatic gland (as seen under a magnification of 105 diameters). *s.s* small sinus. All sinuses contain a mixture of blood and lymph. (Reduced to $\frac{1}{2}$.)
- Fig. 4. Portion of section of lymphatic gland of pig (as seen under a magnification of 50 diameters). The sinuses contain lymph corpuscles only. (Reduced to $\frac{1}{2}$.)
- Fig. 5. Section passing through the sinus of a hæmal gland of the rat, stained hæmulum and eosin (as seen under magnification of 250 diameters). Showing a vein leading directly from the sinus and other vessels being conducted by lymphoid strands to the general mass of adenoid tissue. *ca* capillary; *c.c.c* endothelium cell of capillary, continuous with cell of adjoining sinus; *f* fat cell;¹⁾ *t.a.a* tunica adventitia of vein, continuous with capsule.
- Fig. 6. A germ centre from a sheep's gland, stained Heidenhain's iron hæmatox. and eosin (as seen under a magnification of 1000 diameters). *c.m* cell undergoing karyokinetic division; *l.t* general mass of lymphoid tissue.

¹⁾ The fat surrounding these glands is in the rat not of the ordinary variety.

- Fig. 7. General dissection of hæmal glands in a rat, showing the vascular and nervous supply. On the right of the figure, near the anterior end of the kidney, is the "renal group" of glands, 3 glands are present. On the left of the aorta the spleen and stomach are thrown over to expose the omentum slinging them, and 4 glands contained in it. *ao* aorta; *c* caecum; *k* kidney; *r.g* renal gland; *s.c* suprarenal; *s.g* splenic gland; *sp* spleen; *st* stomach; *ur* ureter; *v.c* vena cava. In front of the aorta and vena cava lies the aortic nerve plexus and its branches. The splenic and renal vessels and branches are in view. Small twigs run to the glands. (Reduced to $\frac{2}{3}$.)
- Fig. 8. Vertical section of hæmal gland of rat, stained hæmalum and eosin (as seen under a magnification of 105 diameters). The gland is cut at right angles to the numerous strands of lymphoid tissue issuing from the general mass. The section illustrates the general arrangement of the lymphoid tissue and sinuses, which are filled with blood and phagocytes. Masses of brown pigment occur in the adenoid tissue. (Reduced to $\frac{1}{4}$.)
- Fig. 9. Small portion of last (as seen under a magnification of 1000 diameters). *e.c.c* endothelium cell lining capillary; ¹⁾ *l.h.c* large hyaline cell; *ph*¹ Phagocyte containing two spherical masses of hæmoglobin; *ph*² Same as *ph*¹ with erythrocyte also; *ph*³ Phagocyte full of pigment.
- Fig. 10. Section of head kidney of *Cyclopterus lumpus* stained saffranin and light green²⁾ (as seen under a magnification of 330 diameters).
- Fig. 11. Series of sketches of phagocytes, illustrating the process of blood destruction (as seen under a magnification of 2000 diameters). Stained hæmalum and eosin. *a*) Large hyaline cell; *b*) similar cell dividing; *c*) a cell containing an ingested blood cell which lies in a vacuole; *d*) phagocyte containing a number of unchanged red cells (this was taken from a section stained in bulk in Ehrlich and eosin; *e*) and *f*) phagocytes containing red cells and globules of pigment of various size; *g*) phagocyte containing spherical masses of deeply stained hæmoglobin; *h*) another containing a small mass of pigment and in the top left hand corner a yellow pigment mass tinged red; *i*) phagocyte containing two nuclei, a mass of pigment tinged with red. In addition a body with red zone in centre and yellow zone surrounding it; black specks appear between the two layers; *j*) phagocyte containing two red cells, a mass of hæmoglobin and a leucocyte, also pigment; *k*) cell containing large mass of yellow pigment, and the remains of a leucocyte. Beneath the nucleus is one of the bodies seen in *i*); *l*) cell containing pigment; nucleus not apparent. (Reduced to $\frac{1}{4}$.)
- Fig. 12. Section of gland of rat, arteries injected (as seen under a magnification of 105 diameters). The right half of the figure shows the sinus full of injection, the left half is dotted blue to represent lymphoid tissue. *c* capillary; *a*¹ artery in strand of lymphoid tissue; *a*² artery entering hilum; *f* fat with blood vessels injected. (Reduced to $\frac{1}{4}$.)

¹⁾ These cells should resemble those lining the sinus, much more closely.

²⁾ The saffranin does not show well in this sketch, as the colour was washed over pencil.

- Fig. 13. Section of gland of rat. Veins injected (as seen under a magnification of 105 diameters). Lymphoid tissue dotted blue, sinuses white, a certain amount of injection has passed into the sinuss in three places. (Reduced to $\frac{1}{2}$.)
- Fig. 14. Silver nitrate preparation of inner wall of capsule (as seen under a magnification of 600 diameters). Showing strands of white fibrous tissue and endothelium, near the hilum of the gland. (Reduced to $\frac{1}{2}$.)
- Fig. 15. Sketch of trabecula from a hæmal gland of the ox (as seen under a magnification of 600 diameters). Showing endothelium cells c^1 , and reticulum cells $r.c$ containing pigment; c^2 is a cell containing an erythrocyte.
- Fig. 16. Section of spleen (as seen under a magnification of 600 diameters) to show arrangement of reticulum and endothelium in the neighbourhood of a Malpighian body, seen on the right half of the figure. *leu.m* leucocyte in Malpighian body; *leu.s* leucocyte in sinus.
- Fig. 17. Diagram of a lymphatic gland to show arrangement of adenoid tissue and sinuses, the latter filled with leucocytes, coloured blue, quite diagrammatically: running towards the gland are diagrammatic vessels. *A.L* Afferent lymphatic; *E.L* Efferent lymphatic; *A.B* Afferent blood vessel; *E.B* Efferent blood vessel. There is a large lymph supply, but the blood supply is small.
- Fig. 18. Diagram of a hæmal lymphatic gland, the lettering is the same as in 17, showing general arrangement of tissues and the breaking up of the lymphoid tissue, also the large blood and lymph supply: the red dotting represents blood.
- Fig. 19. Diagram of a hæmal gland, showing preponderance of sinus; the lymphoid tissue diminished and broken up. The sinus is filled with blood, only one or two leucocytes are represented: the lymph supply as indicated by the diagrammatic vessels is very small, while the blood supply is large: the reticulum is denser than in 18. Lettering as before.
- Fig. 20. Diagram of spleen, showing remains of lymphoid tissue in form of Malpighian corpuscles; the sinus, or "spleen pulp" is full of blood; the lymphatic vessels entering the gland are small, the bloodvessels large: the reticulum and trabeculae are very strong: lettering as before.



Contributo all'istologia e alla fisiologia dei Lamellibranchi.¹⁾

Di

DAV. CARAZZI.

(Con Tav. III, IV e 5 Fig.)

3. Come si scavano il nicchio i lamellibranchi perforanti?

I.

A questa domanda nei vecchi libri di conchiliologia si danno risposte diverse e contraddittorie; nei recenti trattati sui molluschi, per es. quello del Pelseneer²⁾ e l'altro dell'Herschel³⁾, non si fa addirittura parola del problema. In una Nota pubblicata dieci anni fa⁴⁾ ho insistito sulla necessità di distinguere i due modi ben diversi di perforazione usati dai lamellibranchi che si scavano un nicchio; cioè una perforazione meccanica e una chimica. Col primo modo il mollusco, fatto punto di appoggio del piede, che fuoresce dalla porzione anteriore del corpo, imprime un movimento di rotazione al guscio, e così questo sfrega e consuma la sostanza da scavare. Il secondo processo di perforazione è chimico, perchè qui l'animale col mezzo di

¹⁾ Vedi il contributo 1. in Mitteil. d. Zool. Stat. Neapel. 1896. Vol. XII. p. 383, e il Contributo 2. in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 1897. Vol. XIV. p. 117.

²⁾ Pelseneer, P., Mollusques in Traité de Zoologie del Blanchard. Paris 1897.

³⁾ Hescheler, K., Mollusca, in Lehrbuch der vergleich. Anat. der wirbellosen Tiere. Von A. Lang. Jena 1900.

⁴⁾ Carazzi, D., La perforazione delle rocce calcaree per opera dei datterii, in Atti Soc. Ligustica Sc. Nat. Anno III. 1892.

un liquido acido da lui secreto consuma la sostanza calcarea, nella quale esclusivamente fa il nicchio.

Fra quelli che perforano per via meccanica ricordo *Pholas dactylus* L. e *Teredo navalis* L. Nei perforanti per via chimica *Lithodomus dactylus* Cuv. (= *L. lithophagus* L.), *Gastrochaena dubia* Penn., *Saxicava arctica* L., *Petricola lithophaga* Retzius. Il Cailliaud, che per il primo ha distinto chiaramente questi due gruppi di molluschi terebranti, s'è trattenuto a dimostrare che la Folade agisce per via meccanica, dimostrazione, del resto, che, meno bene, aveva già fatto il Bonanni, quasi due secoli prima.¹⁾ Io invece m'ero proposto di far vedere che i terebranti del secondo gruppo non potevano agire che per via chimica, e m'ero specialmente soffermato nell'osservazione del dattero di mare (*Lithodomus dactylus* Cuv.). E dei diversi argomenti in sostegno della mia tesi ricordo i seguenti:

1. Nel Litodomo il nicchio non ha quasi mai la sezione trasversale circolare.

2. L'animale quando s'è chiuso nella conchiglia non può ruotare sul suo asse, perchè gli manca, quel ch'era necessario anche ad Archimede per sollevare il mondo, un punto di appoggio. Difatti nel Litodomo quando le valve sono chiuse il piede non può assolutamente sporgere all'esterno.

3. Nelle *Teredo* e nella Folade il nicchio tanto più è profondo quanto più l'animale è vecchio, nel Litodomo la grandezza del nicchio cresce egualmente in tutte le direzioni col crescere del mollusco, ed in profondità è poco più della lunghezza del corpo.

4. Il Litodomo si scava il nicchio nelle rocce calcaree o coralline o nei gusci di altri Lamellibranchi; sempre, dunque, nell'interno di sostanze formate essenzialmente da carbonato di calce. Invece le *Teredo* perforano il legno, le Foladi scavano il fango indurito e rocce eterogenee, anche non calcaree, e non mai molto compatte.

5. Il Litodomo ha l'apertura del nicchio di forma identica a quella dell'estremo posteriore del mantello.

Basterebbe una sola di queste osservazioni per dimostrare che la

¹⁾ Vedi nella mia Nota, già citata, la bibliografia.

perforazione del Litodomo non può esser effetto di un'azione meccanica; prese tutte insieme dovrebbero dare la convinzione assoluta della tesi da me difesa. E quel che ho detto per il Litodomo si può estendere anche a *Gastrochaena dubia*, a *Petricola lithophaga* e a *Saxicava arctica*; anzi per queste è ancor più incomprensibile un'azione meccanica, perchè il loro nicchio corrisponde esattamente alla forma del corpo, del quale è sol di poco più grande.

Tuttavia mi fu obiettato ch'io non avevo dato la prova diretta ch'era necessaria alla mia tesi, in quanto che non avevo dimostrato nel corpo dei molluschi perforanti l'organo apposito che doveva secernere l'acido. Ora mi propongo appunto in questa Nota di fornire la prova dell'esistenza di speciali glandule produttrici dell'acido, ghiandole che mancano del tutto nelle forme vicine non perforanti, come mancano in quelle perforanti per via meccanica.

II.

È opportuno cominciare lo studio dalla prima forma menzionata, cioè dal Litodomo, perchè qui troviamo che lo sviluppo delle ghiandole acide raggiunge un notevole differenziamento, quale non si osserva nelle altre due forme che ho studiate, e delle quali dirò in appresso.

Osservando un Litodomo si può notare subito: che tutto il guscio nella parte esterna è coperto dalla cuticola; che in corrispondenza dell'orlo delle valve il mantello aderisce senza interruzione su tutto il contorno interno del guscio; che l'estremità degli organi a contatto con l'ambiente esterno, cioè la porzione distale del piede, le ripiegature sifonali e l'orlo del mantello, sono ricoperte da un robusto epitelio cilindrico, pigmentato in parte, nella estremità distale delle cellule, con lo stesso pigmento che colora la cuticola, e che dà al mollusco il colore caratteristico per il quale (oltre che per la forma) s'ebbe il nome di dattero di mare.

Quale può essere lo scopo di queste disposizioni? uno solo: impedire al liquido acido secreto dall'animale di venire a contatto col guscio calcareo; impedire all'acido di danneggiare quelle parti del corpo (estremità del piede ed estremità sifonale del mantello) che devono venire a contatto col liquido acido. E di conseguenza risulta anche che l'acido

non può esser secreto dalla porzione ventrale del mollusco, perchè allora verrebbe a contatto con organi delicati, quali sono le branchie e la superficie interna del mantello. Si deve dunque trattare di un acido energetico e di un acido che verrà emesso dalla parte dorsale del corpo.

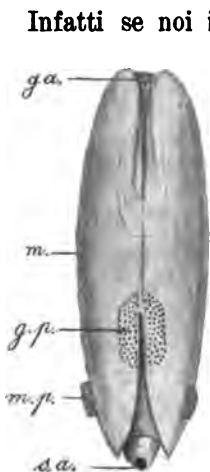


Fig. 1.

Lithodomus dactylus Cuv. in grandezza naturale e visto dal dorso, dopo levato il guscio. *g.a.* glandola deutacida anteriore; *g.p.* glandola deutacida posteriore; *m.* mantello; *m.p.* muscolo adduttore posteriore; *s.a.* sifone anale. Le due glandole deutacide sono segnate schematicamente a grossi punti neri per metterle in evidenza. Per il loro aspetto reale vedi la fig. 1 della tav. III.

Infatti se noi introduciamo dei pezzetti di carta di tornasole azzurra nella porzione ventrale del mollusco, sia vicino alla bocca, sia alla base del piede, sia fra le branchie e il mantello, non scorgiamo variazione di sorta nel colore. Leviamo ora con diligenza il guscio, poniamo il mollusco col dorso in alto (fig. 1) e, facendo delle piccole incisioni con un coltello, introduciamo dei sottili pezzetti di carta azzurra di tornasole nella massa del corpo, li ritireremo ovunque distintamente arrossati. Ma specialmente in due tratti la carta mostra un rosso distintissimo, eguale a quello che prende quando è immersa nella soluzione di un acido minerale energetico. Queste regioni più marcatamente acide sono sulla superficie dorsale e sulla linea mediana; la prima regione, piccolissima, è all'estremo anteriore sopra del muscolo adduttore anteriore (fig. 1 *g.a.*), la seconda, molto più grande, è piuttosto in basso, cioè poco al di sopra del muscolo adduttore posteriore (*m.p.*), anzi talvolta lo ricopre in parte, e ad ogni modo raggiunge sempre l'origine dei muscoli retrattori posteriori del piede.

Questa regione (*g.p.*) si scorge facilmente per il suo aspetto biancastro, ed esaminata anche a piccolo ingrandimento, con una semplice lente (Tav. III. fig. 1), rivela la sua struttura glandulare, perchè ha una superficie irregolare a piccoli lobuli. Guardando in mezzo alla glandula, che è simmetricamente divisa in due parti, si scorge un infossamento allungato, nel senso dell'asse antero-posteriore del corpo, e a forma di V

rovesciato, cioè con l'apice rivolto verso la parte anteriore. Questo infossamento comincia dove finisce il legamento (fig. 1 c) e dove le due valve si divaricano in corrispondenza della linea d'inserzione (v.d) del mantello all'orlo delle valve stesse. Nello scavo si distinguono numerosi forellini (a), che sono appunto gli sbocchi della glandula.

Chiamo rispettivamente *glandola deutacida anteriore* e *glandola deutacida posteriore* le due formazioni ora descritte. Vediamo adesso la loro struttura ed i rapporti con gli altri organi dell'animale, procedendo all'esame di sezioni seriali, specialmente trasverse.

Premetto che per lo studio istologico si deve evitare la fissazione con l'alcool, che (anche se è assoluto) distrugge il tessuto glandulare, specialmente quello più delicato delle glandole protacide, delle quali dirò in appresso. I migliori risultati si hanno dalla formalina all'8% in acqua di mare (formalina parti 1 acqua di mare parti 4) che si lascia agire per 24 ore almeno e quindi si sostituisce con alcool forte, 95%, per 48 ore. Ottima fissazione si ha col liquido dello Zenker¹⁾ nel quale si tiene l'animale per tre giorni almeno; e si ricordi che dopo lavato a lungo in acqua si deve fare l'estrazione dell'eccesso di sublimato con *prolungato* soggiorno (da 4 a 8 giorni, cambiando il liquido una volta al giorno) nell'alcool 80% jodo-jodurato. Le sezioni si colorano bene con un colore basico (l'emallume) al quale si fa seguire uno acido (fucsina acida, orange, eosina); anche si ha delle buonissime colorazioni col metodo Gieson-Apáthy (emallume prima e poi fucsina acida con picrato ammonico).

Cominciando l'esame delle sezioni seriali trasverse dall'estremo anteriore, prima ancora di raggiungere l'apertura boccale, s'incontra il piccolo muscolo adduttore anteriore delle valve. È a livello di questo che dalla parte dorsole si scorge il tessuto della glandola deutacida anteriore, il quale resta colorato intensamente dai colori acidi (fig. 2 gmt), molto più intensamente delle fibre muscolari e del rimanente tessuto, compreso fra gli organi surricordati ed il mantello circostante. La figura 3 dà, ad un più forte ingrandimento, un'idea precisa dell'aspetto che presenta la glandola deutacida. Vi si distinguono due sorta di

¹⁾ Vedi nel mio „Manuale di Tecnica microscopica“ (Milano 1899) per la preparazione del liquido dello Zenker, per l'uso del metodo Gieson-Apáthy etc.

elementi, la prima di colore più scuro e di struttura granulosa, la seconda di colore più chiaro e a contenuto omogeneo. È facile vedere come gli elementi sieno distribuiti promiscuamente e com'essi costituiscano dei lobuli (vedi anche fig. 4 e 8). Lo spazio che rimane nell'interno dei lobuli è riempito da una sostanza omogenea che, per tutti i suoi caratteri, si dimostra identica al contenuto degli elementi più chiari, come si può veder meglio dalla figura 4, che rappresenta una porzione di un lobulo della glandola deutacida anteriore, disegnato a forte ingrandimento e con l'obbiettivo ad immersione. Un esame attento fa scorgere che negli elementi più chiari, e così pure nel contenuto del lume del tubolo, si conserva una traccia di struttura granulare, e si deve quindi ragionevolmente supporre che il secreto è dapprima a granuli ben distinti, fortemente colorabili dal colore acido, e che più tardi si modifica per diventar quasi omogeneo e versarsi nel lume dei tuboli, assumendo meno fortemente il colore acido. Questa è la supposizione più logica, perchè se si volesse ammettere che le cellule a contenuto scuro sono in uno stadio posteriore a quello delle cellule chiare, riescirebbe inesplicabile la somiglianza fra il contenuto del lume dei tuboli (fig. 4 *sg*) e quello di queste cellule più chiare (*cgc*). D'altra parte è anche più ragionevole supporre che un contenuto omogeneo rappresenti, in una cellula glandulare, la condizione di maturità del secreto, il quale è di struttura granulare nel periodo formativo. Quanto all'ultimo destino del contenuto del lume dei tuboli della glandola non v'è dubbio ch'esso è portato all'esterno (e del meccanismo probabile perchè questo avvenga dirò più avanti), perchè i tuboli hanno l'apertura rivolta verso il piccolo atrio formato dalle ripiegature dorsali del mantello (*rm* della fig. 3) e che corrispondono ai forellini già segnati, per la ghiandola posteriore nella figura 1.

Quanto abbiamo detto per la glandola deutacida anteriore vale, quanto alla struttura, anche per quella posteriore. Della sua posizione ci siamo occupati, e la figura 7 serve a dimostrarne lo spessore rispetto agli altri organi; e la figura 8, che è presa da una sezione longitudinale, ne dimostra all'evidenza la struttura lobulare. La sola differenza fra le due glandole deutacide è che in quella posteriore non c'è duplicità di aspetto negli elementi secernenti perchè essi sono tutti

egualmente e fortemente colorati dal colore acido. La figura 7 mostra anche come la glandula comunichi direttamente all'esterno nella parte dorsale, comunicazione che abbiamo già visto avvenire con i piccoli forellini disegnati nella figura 1.

Ma, per quanto abbastanza vistose e a secreto abbondante, queste due glandole deutacide non costituiscono che una piccola parte del sistema secernente il liquido acido del Litodomo. Infatti un esame delle sezioni trasverse seriali mostra che tutto lo spazio del mantello e del corpo, lasciato libero dagli organi genitali, dal fegato e dalle fibre muscolari, è occupato da un tessuto glandolare caratteristico, che costituisce quella ch'io chiamo la glandula protacida, supponendola incaricata di preparare il materiale che verrà poi utilizzato nella glandola deutacida per la produzione dell'acido.

Fin dalle prime sezioni trasversali si scorge nello spessore del corpo questo particolare tessuto della glandula protacida. Così nella sezione rappresentata nella figura 2 tutto lo spazio fra il muscolo adduttore e il mantello, ad eccezione della glandola deutacida anteriore, è occupato dalle cellule della glandula protacida (*gms*). La figura 6 rappresenta una sezione trasversa a livello della bocca (*b*) e dei gangli cerebrali (*gc*). Qui nello spessore del corpo abbiamo, oltre agli organi ricordati, i muscoli retrattori anteriori del piede (*mp*) due piccoli tubi nefridiali (*n*) e numerosi piccoli lobuli genitali (*s*); lo spazio lasciato libero da queste formazioni è tutto riempito dai lobuli delle glandole protacide, come lo è quello del mantello, fino ai lembi anteriori estremi, dove la glandola è poco sviluppata per lasciar posto alle numerose fibre muscolari. Scendendo più in basso, nell'esame delle sezioni trasverse, vediamo che intorno al tubo digerente vi sono numerosissimi lobuli epatici e che aumentano di lume i tubi nefridiali; tuttavia i lobuli della glandula protacida non spariscono mai, ma infiltrandosi fra il fegato e i nefridi, fra questi e il mantello, occupano tutti gl'interstizi, per quanto sieno esigui.

Anche a livello della glandula deutacida posteriore (fig. 7), dove lo spessore del corpo è ridottissimo e in gran parte preso dai grossi tuboli nefridici, dalla glandula deutacida e dai muscoli protrattori

posteriori del piede, anche qui troviamo, nei più piccoli interstizi, dei lobuli della glandula protacida.

Vediamone la struttura. Essa è molto diversa da quella delle glandule deutacide. Infatti non abbiamo lobuli glandolari vuoti all'interno, ma invece dei lobuli tutti pieni, limitati da sottili fibre connettivali. Questi lobuli pieni sono costituiti da un certo numero di elementi, non sempre ben separati da una sottilissima membrana, leggermente basofila. Il nucleo, fortemente basofilo (*ncg*), non lascia riconoscere nessuna struttura, e per l'aspetto e le dimensioni è identico a quello degli amebociti. Dalla figura 5 risulta l'aspetto di un lobulo della glandula protacida e si scorge nei nuclei una particolarità che io ho riscontrato ovunque, e che non può essere senza significato. I nuclei sono appaiati (nella fig. 5 se ne vedono tre coppie) e quando non lo sono (come due della fig. 5) l'esame delle sezioni seriali mostra che sopra o sotto, a quello trovato isolato in un punto, ne esiste un altro; in conclusione qui la coppia esiste, ma disposta verticalmente od obliquamente al piano di sezione. Il soma delle cellule glandolari è quasi tutto costituito da piccoli granuli rifrangenti, ben distinti fra di loro e acidofili, ma in modo diverso dalle granulazioni più vistose e fra loro vicinissime delle cellule glandolari deutacide. Infatti mentre queste nella triplice colorazione Gieson-Apáthy prendono la fucsina acida, le piccole granulazioni delle cellule protacide si colorano col picrato ammonico in giallo leggermente verdastro (*grecg*). Con la colorazione di Benda (vulgo Heidenhain) all'ematossilina ferrica prendono un colore bruno.

Piccoli vacuoli si scorgono di rado nell'interno delle cellule e scarssissimo protoplasma, leggermente basofilo, sta in vicinanza dei nuclei e nei punti d'incontro di diverse membrane cellulari. Quando si usa un solo colore acido la differenza fra le cellule della glandula deutacida e di quella protacida è pur sempre notevole, perchè nella prima il colore acido è più forte che nelle seconda.

Ho accennato più sopra ad una somiglianza fra i nuclei delle cellule della glandula protacida e quelli degli amebociti, aggiungerò che quelle quando sono piccole somigliano a questi anche nella parte somatica. Da tali somiglianze non intendo concludere che le cellule

glandulari sieno degli amebociti trasformati, per quanto la scarshezza notevole di questi ultimi, in confronto della quantità esistente nei molluschi senza secrezione acida, sia tale da colpire l'osservatore; ma credo che amebociti e glandule protacide abbiano comune l'origine embriologica, cioè che siano mesodermiche. Sta in fatto che nei molluschi non perforanti per via chimica il posto preso dalle cellule protacide è occupato da connettivo interstiziale; oltre, beninteso, le sottili fibrille muscolari parenchimatose, esistenti in tutte le forme, per quanto spesso difficilmente riconoscibili.

III.

Finora ho parlato di glandole protacide e deutacide senza dar la ragione di questa distinzione, e neppure ho dato prove che tali glandule sieno quelle che provvedono la secrezione acida necessaria al mollusco per perforare la roccia calcarea. Che la secrezione sia acida, e fortemente acida in corrispondenza delle glandole deutacide non v'è dubbio: lo dimostra la semplice prova della carta di tornasole azzurra. Che questo liquido acido serva per la perforazione mi pare sicuro per due importanti ragioni. La prima è ch'io ho dimostrato che la perforazione del Litodomo è dovuta ad un'azione acida, e gli argomenti in appoggio della dimostrazione sono svolti nella mia Nota di dieci anni fra e sommariamente ricordati nel principio di questa. Che quelle glandule secernenti un liquido acido debbano esser fornitrici dell'acido occorrente per la perforazione è necessario ammettere perchè non ve ne sono d'altra specie che sieno esclusive al Litodomo, e specialmente per questo motivo che *quelle glandole acide si trovano nel Litodomo e mancano nelle forme vicinissime ma non perforanti*. Così, per es., esse mancano completamente nel *Mytilus edulis*, nel *M. minimus* e nella *Modiola barbata*. Mancano del pari in forme di gruppi prossimi ai Mitilidi; e non le ho trovate nè in *Arca barbata*, nè in *Avicula tarentina*, nè in *Anomia ephippium*, nè nelle tre specie mediterranee di ostrica (*Ostrea plicata*, *O. edulis*, *Gryphaea cochlear*).

Aggiungerò, a riprova della distinzione fra molluschi perforanti per via chimica e perforanti per via meccanica, chè nè *Pholas dactylus* nè *Teredo navalis* mi hanno mostrato traccia alcuna di simile tessuto glandolare.

In tutti i perforanti per via meccanica e in tutti quelli non perforanti il posto dei lobuli della glandola protacida è preso dal solito connettivo interstiziale, ricco di amebociti, e inframezzato da fibre di tessuto muscolare parenchimatoso. Le glandole deutacide non sono in nessun modo rappresentate nei molluschi non perforanti.

A quale scopo ho distinto le glandole protacide dalle deutacide e qual'è la ragione di questi nomi? La differenza è stata più sopra ampiamente dimostrata e mi pare molto sensibile. I nomi hanno lo scopo d'indicare che le cellule della glandola protacida preparano un secreto che è già acido, ma che lo è debolmente (vedi prova con la carta di tornasole), e che rappresenta un antecedente delle glandole deutacide. In queste (nelle cellule a grosse granulazioni fortemente acidofile) si elabora un secreto che, quando è pronto per esser portato all'esterno, si fa liquido ed omogeneo, diventando anche molto più acido. In qual modo le glandole deutacide si provvedano dell'antecedente fabbricato dalle protacide non posso dire, ma non mi sembra un problema difficile. Maggior difficoltà offre il fatto di vedere che glandule a secreto acido si comportino con i colori acidi come se fossero a secreto basico: infatti esse sono fortemente acidofile, cioè si colorano con i liquidi coloranti acidi. Ma faccio osservare che l'acidofilia si ha nelle cellule che hanno subito l'azione chimica delle sostanze fissative, e mi permetto anche di aggiungere, che a tutt'oggi le nostre conoscenze microchimiche sono molto, ma molto, scarse.

Di che specie di acido si tratti è ricerca di competenza di un chimico, ma non è facile averne in quantità tale da permetterne l'analisi. Io ritengo tuttavia che si debba trattare di un acido energico, e probabilmente di un acido minerale. Che un tale acido possa esser secreto da glandole animali non è certo un fatto nuovo, perchè abbiamo l'esempio delle glandole del nostro stomaco, secernenti l'acido cloridrico, e delle glandule salivari di *Dolium galea* e di altri gasteropodi, secernenti forti quantità di acido solforico. Che si tratti di un acido energico me lo fa supporre il fatto che il Litodomo (a differenza di *Gastrochaena* e di *Petricola*, perforanti anche questi per via chimica) non si limita a fare il nicchio nelle conchiglie o in altri calcari organici poco

resistenti, ma lo scava anche in rocce calcaree durissime, come per es. quelle del Golfo della Spezia.

Aggiungasi che le disposizioni da me notate nel Litodomo, e aventi lo scopo d'impedire il contatto del liquido acido con l'animale, dimostrano anch'esse che si tratta di un acido energico.

Non è difficile vedere ora come si compia l'azione che ha per iscopo di emettere e fare agire il secreto. Quando il guscio è chiuso non c'è secrezione. Quando l'animale socchiude le valve dai forellini delle glandole deutacide sgorgano gocce di acido; il guscio si rinchiude e l'acido si sparge nell'acqua circostante, che agisce così come una soluzione acida sulla roccia vicina. Piccoli movimenti, che l'animale eseguisce quando con le valve socchiuse appoggia il piede alla parete e quivi si fissa emettendo pochi filamenti di bisso, hanno lo scopo di distribuire il liquido acidulato in tutta la parte superiore. Quando l'animale ha le valve socchiuse ed è bene attaccato con i filamenti del bisso (i *connettivi* dello Spallanzani), si vede il piede allungarsi e assottigliarsi moltissimo e portarsi verso i fianchi, il dorso e la parte anteriore compiendo dei lenti, e a lungo ripetuti, movimenti di sfregamento sulla parete del nicchio. Questi movimenti, che hanno fatto erroneamente credere a Vogt e Yung che il piede fosse lo stromento della perforazione e perciò provvisto all'apice di cellule contenenti una materia silicea (ed io nella mia Nota precedente ho dimostrato trattarsi di supposizione non vera), non hanno altro scopo che di mettere a contatto l'acqua acidulata con tutti i punti della parete del nicchio. Ed è precisamente per riparare l'estremità del piede dall'azione dell'acido ch'esso è ricoperto dall'epitelio cilindrico con pigmento identico a quello della cuticula che ricopre tutto il guscio. E per la stessa ragione anche gli estremi sifonali e l'orlo del mantello sono ricoperti esternamente dallo stesso epitelio pigmentato.

Alla difficoltà che si potrebbe sollevare, cioè come avvenga che l'acido non distrugga il tessuto stesso della glandola secernente, non ho bisogno di rispondere; è la stessa che vale per le glandole produttrici dell'acido cloridrico nel nostro stomaco e dell'acido solforico delle glandole salivari di parecchi gasteropodi.

IV.

Dopo avere studiato minutamente le glandole acide del Litodomo mi riuscirà più facile descrivere brevemente quelle della *Petricola* e della *Gastrochaena*, due forme perforanti per via chimica che ho avuto occasione di osservare ripetutamente.¹⁾

Petricola lithophaga. Non vi sono glandole deutacide, e quelle protacide non sono diffuse per tutto il corpo, ma costituiscono tre glandole distinte. Una è dorsale e si trova proprio sulla linea mediana, subito sotto e in corrispondenza degli orli dorsali del mantello (fig. 9, *g. ms. d*); essa non ha molta estensione e giace a livello del ganglio pedale ed anche un poco al disopra. Le altre due glandole sono simmetricamente disposte su due lunghe linee nella parte ventrale del mantello, e precisamente nelle due ripiegature situate all'esterno dei due orli del mantello stesso (fig. 9, *g. ms. v*).

Le tre glandole sono del tipo delle protacide descritte nel Litodomo; cioè costituite da cellule a limiti poco definiti, stipate le une accanto alle altre e formanti dei lobuli compatti, senza traccia di lume. Sono ripiene di numerosi e piccoli granuli fortemente acidofili (fig. 13 e 17). Le cellule glandulari arrivando a contatto della superficie esterna del mantello sboccano direttamente, senza bisogno di apposite aperture. Nella figura 17 è raffigurata, a forte ingrandimento, l'estremità, posta accanto al mantello, di una piccola porzione della glandola dorsale.

Con le glandole dell'acido non si devono confondere le cellule glandulari velenifere del mantello, che in *Petricola* sboccano al lato opposto delle protacide, cioè nello spazio palleale (fig. 9 e 13, *gv*).

Gastrochaena dubia. Anche qui la glandola dell'acido è rappresentata solo dal tipo protacido, ma non è limitata a regioni determinate del corpo, bensì diffusa per tutto dove esiste spazio disponibile (fig. 21, *ms*), cioè nello spessore del mantello e fra gli organi genitali e l'apparato digerente; sostituisce, insomma, come nel Litodomo, il connettivo interstiziale. La struttura delle cellule glandulari non diffe-

¹⁾ Esemplari di queste due specie ho potuto avere, raramente, dal Golfo della Spezia; con più frequenza n'ebbi da Taranto, dove è facile trovarne nell'interno dei gusci di grosse ostriche.

risce, in generale, da quella delle due forme precedenti. È importante notare che le cellule glandolari non sboccano all'esterno, ma sono ben limitate da un epitelio, eccetto che in due regioni, simmetricamente disposte ai lati del corpo, piuttosto dorsalmente (fig. 22, *gl.ms*), e formando due rigonfiature verso la cavità palleale. Qui le cellule glandolari cambiano di forma e di struttura e sono anche più marcatamente acidofile (fig. 14); difatti gli elementi sono molto allungati e stretti, per quanto i limiti cellulari sieno poco distinti, mancando di solito una vera membrana. Inoltre i granuli sono più grandi di quelli delle altre cellule glandolari. In queste due speciali regioni i granuli possono uscire liberamente, perchè qui, e soltanto qui, il mantello è sprovvisto di un epitelio limitante.

In questo tratto, che si continua nel senso longitudinale verso in basso, ho osservato una cosa notevole. Nelle sezioni seriali, cominciando dalla parte anteriore, le due ripiegature interne del mantello, dove sono le cellule glandolari modificate or ora descritte, cominciano poco sotto i gangli cerebrali e mostrano i loro granuli ingrossati e fortemente acidofili. Ma quando si discende al disotto dello stomaco avviene, da tutte e due le parti, un cambiamento e parte degli ammassi allungati, costituiti da cumoli di granuli acidofili, si trasformano in una sostanza omogenea, nella quale non rimane la più piccola traccia di struttura granulare e che è a reazione distintamente basofila (fig. 12, *b*); così che nelle doppie colorazioni con emallume e orange è di colore azzurro tenue. Anche in questo caso i tratti allungati basofili arrivano proprio fino al limite interno del mantello, così che possono versare il secreto nello spazio palleale.

Non so a quale causa si debba questa trasformazione nella struttura e nella reazione del contenuto delle cellule glandolari, ma rammento ancora una volta ch'esse si osservano nelle sezioni di materiale fissato, che ha subito tutti i trattamenti occorrenti per essere tagliato al microtomo. Ad ogni modo siccome gli stessi trattamenti sono stati fatti per l'intero animale non vi può esser dubbio che quel diverso modo di comportarsi del contenuto glandolare rispetto ai colori deve rappresentare una differenza chimica della sostanza, differenza dimostrata anche dalla sopravvenuta trasformazione del contenuto da granulare a omogeneo.

Ma in *Gastrochaena* è notevole il fatto, del quale io non so dare spiegazione soddisfacente, che il contenuto delle glandole acide sbocca nello spazio palleale, invece di sboccare all'esterno, come in *Litodomo* e in *Petricola*. Riesce difficile capire come il liquido acido possa agire sulla parete del nicchio dopo esser stato notevolmente allungato dall'acqua di mare che sta fra il mantello, le branchie e la superficie del corpo, nello spazio palleale. E non si capisce come un liquido acido non debba riuscir dannoso ad un tessuto così delicato qual'è l'epitelio branchiale. Solo è da ricordare che l'acido secreto da *Gastrochaena*, e così pure quello di *Petricola*, dev'essere senza dubbio meno energico di quello di *Lithodomus*; infatti le glandole deutacide mancano completamente in quelle due forme, le quali (in confronto del *Litodomo*) sono di piccole dimensioni. Inoltre esse si fanno una nicchia appena più grande del volume del corpo, mentre quando si osserva il foro fatto dal *Litodomo* adulto si trova che rimane un discreto spazio libero fra il guscio e la parete della roccia. Aggiungo infine che se il *Litodomo* perfora talvolta le valve di altri lamellibranchi (*Ostrea edulis* L., *Spondylus gaederopus* L. etc.) e le rocce coralline (queste e quelle costituite da calcare poco duro) esso è capace anche di perforare i durissimi calcari dei terreni secondari; e nella mia Nota del 1892 ho ricordato come nel Golfo della Spezia il calcare retico (infraliasico), compatto duro ed omogeneo, sia la residenza preferita da questo mollusco. Ora non m'è mai accaduto di trovare in tale roccia nè la *Gastrochaena* nè la *Petricola*, che abitano invece di solito nello spessore del guscio di altri Lamellibranchi, o dentro calcari poco duri.

V.

Le ricerche che precedono, mentre mi hanno portato alla scoperta delle glandole che secernono l'acido nei Lamellibranchi perforanti per via chimica, mi hanno anche fornito nuovi elementi per distinguere con maggior precisione i terebranti che perforano per un'azione meccanica da quelli che scavano il nicchio con una secrezione acida. Accennerò ora brevemente a due forme del primo tipo, cioè perforanti con un'azione meccanica. Esse sono la *Teredo navalis* L. e la *Pholas dactylus* L., ambe comunissime nei nostri mari.

In tutte e due queste specie il piede è poco sviluppato, breve, tozzo e robusto nella *Folade*, più debole nella *Teredo*, ma nell'una e nell'altra così fatto ch'esso sporge verso l'estremo anteriore sempre e qualunque sia la posizione delle valve del mollusco. Un altro carattere comune a tutte e due le specie è che il guscio, relativamente robusto, presenta una superficie esterna rugosa, solcata ed aspra per numerosi rilievi. Le sezioni del corpo dell'animale (vedi fig. 2, sezione di *Teredo*) mostrano sulla porzione più esterna del piede numerose e molto sviluppate glandole basofile, ma queste non hanno niente a che fare con quelle dell'acido ed hanno invece lo scopo di provvedere una secrezione lubrificante. Nello spessore del corpo, esaminato in tutta la sua lunghezza non si riscontra mai glandola che si possa comparare o alla protacida o alla dentacida dei molluschi perforanti per via chimica. Aggiungendo quindi i caratteri ora accennati agli altri, ricordati nella Nota precedente, risulta ancor più evidente la differenza fra i due modi di perforazione. Mi pare di non esser troppo esigente se mi auguro che nei futuri trattati sui molluschi si voglia tener conto di tale distinzione, basata su delle osservazioni e su dei fatti, invece che ripetere i soliti errori, che si trasmettono da un libro all'altro, oppure tacere addirittura su questo interessante capitolo della biologia dei Lamellibranchi.

VI.

Ho già accennato più sopra che, mentre il *Litodomo* ha un sistema di glandole così sviluppato e differenziato, gli altri molluschi della stessa famiglia e dei gruppi vicini, come *Mytilus*, *Modiola*, *Arca*, *Avicula*, *Ostrea* etc., non mostrano traccia di tali glandole. Lo stesso vediamo succedere per *Petricola* e per *Gastrochaena*, in confronto di altri Eulamellibranchi strettamente affini a quelle due forme.

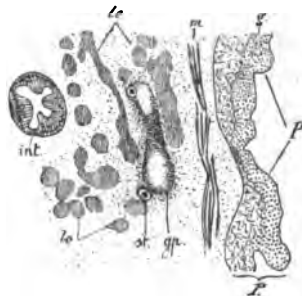


Fig. 2.

Teredo nautilus 2. Porzione ventrale di una sezione trasversale (un pochino obliqua) a livello del ganglio pedale (*gp*) e delle statocisti (*st*). *P* piede con le numerose glandole basofile (*g*), rappresentate schematicamente nella figura con dei puntini; *m* fibre muscolari; *le* lobuli epatici, rappresentati schematicamente con delle rette; *int* intestino. Ingrandimento 25 d.

D'altronde, tanto se noi accettiamo la classificazione proposta dal Pelseener o l'altra di Dall, Neumayr e Grobben, che sono le due più recenti e reputate, vediamo che il Litodomo appartiene ad uno degli ordini più bassi, mentre gli altri due perforanti vanuo collocati sui più alti gradini della scala dei Pelecipoda. Ed anche volendo lasciar stare la gerarchia, non può cader dubbio che si tratti di due gruppi molto distinti e molto distanti fra di loro. Sarebbe dunque ipotesi insostenibile supporre che le glandole acide più evolute del Litodomo derivino comunque da quelle men differenziate dei due sifonati surricordati. Il fatto è che noi vediamo comparire d'un tratto un sistema di glandole complesso e bene sviluppato in un mollusco, mentre non ne troviamo traccia nelle forme a lui più strettamente affini, nè possiamo trovarne la derivazione in glandole parzialmente analoghe di altri molluschi della stessa classe.

E c'è da mettere in rilievo ancora un'altra cosa. Se noi supponiamo che le glandole dell'acido si sieno gradatamente sviluppate in alcune forme, per opera della selezione naturale, andiamo incontro alla gravissima difficoltà di dover riconoscere vantaggioso per la specie quel che assolutamente non lo è. Infatti non può esser di nessuna utilità per un Litodomo l'attitudine a scavarsi un nicchio se non quando può farlo completamente, come non può esser di nessun vantaggio una secrezione acida finchè essa non abbia la forza di poter sciogliere il carbonato di calce. Se la dissoluzione non avviene in modo che il mollusco possa scavarsi il nicchio e se lo scavo non è completo, cioè tale da offrire un riparo a tutto intero il corpo dell'animale, a questo gioverà certo di più non avere nessuna secrezione acida e possedere invece i mezzi o di compiere una perforazione meccanica, o di affondarsi nella sabbia o di esser protetto da un guscio così robusto da metterlo al riparo dagli assalti dei possibili nemici. L'ipotesi Darwiniana urta, anche in questo caso, contro la formidabile obbiezione, che più volte le fu posta dinanzi e alla quale mai fu risposto in modo soddisfacente, cioè che un carattere nuovo non è utile alla specie se non quando è completamente formato, mentre la selezione naturale non può, per converso, svilupparlo che a poco a poco, attraverso numerosissime generazioni.

In conclusione, mi pare che dallo studio che ho fatto sui molluschi perforanti si ricavi un altro argomento per dimostrare l'impotenza della selezione naturale a creare nuove forme. Se essa ha un'azione questa non può esser invocata, nel nostro caso, che a favore della fissità della specie; poichè non v'è dubbio che anche nel Litodomo la selezione influirà, non nel senso di creare delle variazioni, ma di eliminare i prodotti che si allontanano dai caratteri propri della specie. Infatti, se nel seguito delle generazioni comparissero individui con glandole acide di scarso sviluppo, oppure producenti un acido sensibilmente più debole, essi sarebbero meno adatti per farsi il nicchio nei materiali più duri, cioè nelle rocce compatte, che offrono un più sicuro asilo in confronto, per es., dei deboli gusci di altri Lamellibranchi; tali individui darebbero quindi minori probabilità di sopravvivenza alla prole che avesse ereditato i loro caratteri.

4. Struttura e funzione delle statocisti (otocisti).

(*Arca barbata* L., *Mytilus edulis* L., *Lithodomus dactylus* Cuv., *Avicula tarentina* Lam., *Ostrea edulis* L., *Gryphaea cochlear* Poli, *Galeomma Turtoni* Sowerby, *Gastrochaena dubia* Penn., *Petricola lithophaga* Retzius, *Teredo navalis* L.)

I.

L'Ihering¹⁾ ha descritto le otoliti e le otoconie di parecchi Lamellibranchi e ricorda anche quelle forme nelle quali le „otocisti“ erano state osservate da altri prima di lui. Il Pelseneer accenna a questi organi in parecchi dei suoi lavori. In uno di essi²⁾ afferma che „aucun adulte de ce groupe (quello dei Lamellibranchi) n'a montré de trace d'un canal otocystique, même sans communication avec l'exterieur.“ E descrive quindi il canale otocistico, comunicante all'esterno in un proto-branco: *Nucula*. In un lavoro successivo³⁾ conferma quanto ha detto

¹⁾ Ihering, H., Die Gehörwerkzeuge der Mollusken. Erlangen 1876.

²⁾ Pelseneer, P., Sur les otocystes des Nuculidae, in Z. Jahrb. Abt. Anat. IV. 1890. p. 502.

³⁾ Pelseneer, P., Contribution à l'étude des Lamellibranches, in Arch. Biol. XI. 1891. p. 167.

in quello sopra citato, e circa la struttura delle otocisti dice che „les parois de ces otocystes sont assez minces, formées d'un épithélium uniforme peu élevé, sur lequel je n'ai pas remarqué de cils.“ Ma nell'anno successivo, in un terzo lavoro¹⁾ cambia sensibilmente le sue vedute e dopo ricordato per i soli Protobranchi la presenza del canale di comunicazione dell'otocisti con l'esterno, dice che: „La paroi de la capsule auditive est formée de cellules de soutien ciliées, alternant avec des cellules sensorielles, qui sécrètent également l'humeur remplissant la capsule.“ Aggiunge inoltre: „Certaines formes fixées à demeure, à l'état adulte, manquent d'otocyste (*Ostrea*). Il a été observé que diverses formes (exemple: *Anomia*) perçoivent les sons transmis par l'eau.“

Anche chiudendo un occhio sulla stranezza delle cellule sensitive che secernono l'umore, vedremo che le affermazioni del Pelseneer, oltre che in disaccordo fra di loro, sono in gran parte destituite di fondamento.

Nel recentissimo „Lehrbuch“ del Lang l'Hescheler accenna brevemente agli organi uditivi, che chiama anche organi statici, dei molluschi, e a proposito della struttura delle otocisti dice: „deren Epithelwand gewöhnlich aus Wimperzellen und Sinneszellen besteht“; e parlando dei Lamellibranchi in particolare nota: „So erscheint denn als eine Thatsache von grossem Interesse, dass bei ursprünglichen Lamellibranchiern (*Nucula*, *Leda*, *Malletia*, *Solemya*) jedes der beiden Hörbläschen noch beim erwachsenen Tiere durch einen langen Kanal an der Oberfläche des Fusses ausmündet.“²⁾

Io ho ripreso lo studio degli otocisti o, meglio, statocisti, dei Lamellibranchi, esaminando diverse forme, ed ho potuto constatare che le mie osservazioni differiscono notevolmente da quel che fin qui s'era detto.

II.

La prima cosa, finora sfuggita ai precedenti osservatori è questa: nei Lamellibranchi vi sono due tipi ben distinti di statocisti. Il primo

¹⁾ Pelseneer, P., Introduction à l'étude des Mollusques, in Mem. Soc. Malacologique de Belgique. XXVIII. 1898. p. 167. Le stesse cose sono ripetute nel fasciolo XVI, Mollusques, del Traité de Zoologie del Blanchard. Paris 1897.

²⁾ Hescheler, K., Mollusca, in Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere von A. Lang. Jena. 1900. S. 261.

tipo consta di due vescicole simmetricamente poste ad un livello un poco superiore del ganglio pedale, ma da questo indipendenti e abbastanza lontani. L'epitelio della parete della vescicola è costituito da cellule tutte eguali fra di loro e più o meno cilindriche, provviste di ciglia, non sempre facilmente visibili a cagione della loro brevità e sostigliezza. Nell'interno della capsula si trova un liquido nel quale sono immersi piccoli e numerosi corpiccioli solidi (otoconie), che talvolta hanno l'aspetto di granelli di sabbia o di altro corpo estraneo, talaltra sembrano essere minuti cristalli. Anche in questo caso si tratta di una sostanza poco o niente solubile nei liquidi acidi, perchè non è disciolta quando si fissa il mollusco con la formalina (che contiene sempre dell'acido formico) o con il sublimato (che è a reazione acida); o con il liquido Zenker (che ha dell'acido acetico). È certo dunque che non si tratta di semplice carbonato di calce.

Le vescicole di questo primo tipo comunicano all'esterno con un canale statocistico, spesso di dimensioni così esigue da sfuggire ad un esame che non sia fatto con accuratezza e su materiale molto bene fissato.

Statocisti con otoconie e con canale statocistico comunicante all'esterno possiedono i Lamellibranchi inferiori, ma non solo i Protobranchi, come s'è detto finora (Pelseneer e Lang), bensì anche i Filibranchi e persino certi Pseudolamellibranchi.

Vediamo qualcheduna delle forme appartenenti a questi due ordini.

Lithodomus dactylus Cuv. L'esame delle sezioni trasversali fa vedere che un poco prima della comparsa del ganglio pedale, accanto, sopra ed esternamente ai due connettivi cerebro-pedali (vedi fig. 3) e proprio in vicinanza dell'epitelio esterno, che guarda nello spazio palleale, vi sono le due statocisti (*stc.*). Nelle sezioni trasversali appaiono sferiche; ma se si esaminano nelle sezioni longitudinali (tav. III^a

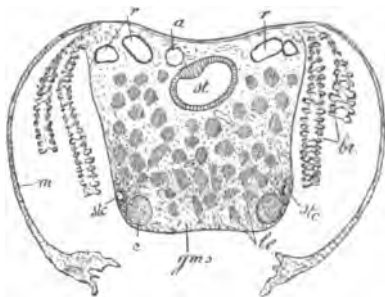


Fig. 3.

Lithodomus dactylus Cuv. Sezione trasversale a livello delle statocisti (*stc*); *gms* glandole protacide; *br* branchie; *r* nefridi; *a* arteria posteriore; *st* stomaco; *le* lobuli epatici; *m* mantello. Ingrand. 10 d.

fig. 10 e 11) si riconosce ch'esse hanno la forma di un fiasco, perchè si continuano verso la parte anteriore ed esterna in un breve collo (fig. 11, *cst*), il quale altro non è che il canale statocistico. Una volta che l'esistenza del canale è constatata nelle sezioni longitudinali riesce facile riconoscerlo anche in quelle trasverse e non sarà allora molto difficile (purchè si disponga di buon materiale) seguire nelle sezioni seriali, la sezione trasversa del minutissimo canale, fino al suo

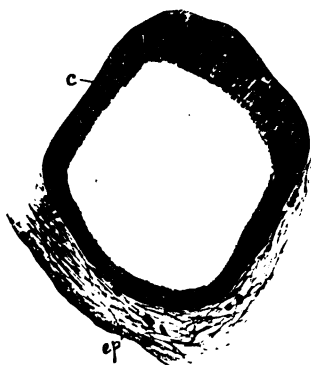


Fig. 4.

Lithodomus dactylus Cuv. Da una sezione trasversale di $7\frac{1}{2} \mu$; *ep* epitelio limitante la superficie del corpo verso lo spazio palaleale; *c* cellule cigliate della parete della statocisti. Da un disegno fatto alla camera chiara con l'obbiettivo apocrom. ad immersione 2 mm e l'oc. comp. 4. Ingrandimento di 600 d. ridotto a due terzi (400 d.).

sbocco esterno. Le dimensioni della statocisti nel *Litodomo* varia con le dimensioni dell'animale. In esemplari di soli 15 mm di lunghezza totale del guscio il diametro delle statocisti era di 60—70 μ , mentre in esemplari piuttosto grandi (6—7 cm) raggiungevano i 120 μ .

Mytilus edulis L. In questa forma abbiamo una completa analogia con quel che s'è descritto in *Litodomo*; cioè, le statocisti sono provviste di un epitelio uniforme brevissimamente cigliato, nella cavità si trovano piccolissime e numerose otoconie, un breve e capillare canale fa comunicare la statocisti con l'esterno. In piccoli esemplari, inferiori a 2 cm di lunghezza, il diametro della statocisti

è di 90 μ . *Ihering* (*op. cit.*) in un *Mytilus edulis* di 15 mm di lunghezza trova una „otocisti“ di 71 μ di diametro, con molte otoconie.

Quanto alla struttura della parete epiteliale della statocisti nei Mitilidi valga la figura 4 qui riportata, che è la copia impiccolita di un disegno (fatto alla camera chiara) di una statocisti di *Lithodomus dactylus* Cuv. Il disegno mostra che la sezione è un poco tangenziale, così che l'epitelio ha cellule più lunghe da una parte (verso l'interno) e più brevi dal lato opposto (verso l'esterno); ma esso non mostra nessuna differenza nei suoi elementi. Anche nei nuclei non è possibile

trovare qualche diversità che permetta di concludere che ci sono due specie di cellule.

Arca barbata L. Le statocisti sono a livello del principio del ganglio pedale, quando cioè questo non è ancora riunito in un solo ammasso, ma si mostra composto di due metà (vedi fig. 5). Esse statocisti non sono così superficiali, o a dir meglio così laterali, come nei Mitilidi, e come le ritroveremo nelle Aviculidae, ma sono un poco internate e comprese dentro certe robuste fibre muscolari che decorrono trasversalmente fra il ganglio pedale e la porzione epatica del corpo. In piccolissimi esemplari, di appena un centimetro di lunghezza, il diametro della statocisti è di $70\ \mu$. Anche qui vi sono numerose e piccolissime otoconie, ed anche qui v'è un distinto canale statocistico. Il canale dapprima è verticale e si porta verso la parte anteriore del corpo, poi piega bruscamente verso l'esterno con decorso esattamente orizzontale, cioè perpendicolare all'asse longitudinale del corpo, ed esce, con una piccola ma distinta apertura, sul fianco del corpo. Le due figure 22 e 23 rappresentano esattamente due sezioni trasverse, con l'intervallo di una sezione di $7\frac{1}{2}\ \mu$, e quindi comprendono uno spessore totale di $22\ \mu$, e mostrano chiaramente la porzione orizzontale del canale statocistico (*c*) compreso fra le fibre muscolari (*ms*) della parete del corpo, e il suo sbocco all'esterno (*cst*), dove l'epitelio proprio della parete del canale si continua con quello della superficie esterna del corpo. La differenza di livello fra il punto dove il canale statocistico si origina dalla statocisti e il punto dove sbocca all'esterno, è di $240\ \mu$. Nel tratto orizzontale il canale è lungo $200\ \mu$. Nel lavoro già citato Ihering dice che in *Arca lactea* L. ha trovato una „otocisti“ di $130\ \mu$, con otoconie aventi da 3 a $6\ \mu$ di grandezza.

Avicula tarentina Lam. Statocisti simili a quelle dei Filibranchi,

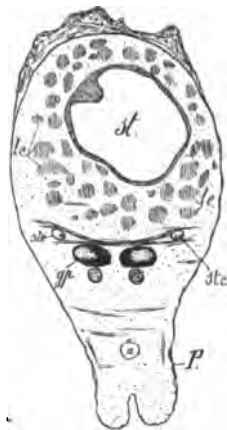


Fig. 5.

Arca barbata L. Sezione trasversale a livello dello stomaco (*st*) e appena al principio del ganglio pedale (*gp*). *P* il piede; *a* arteria pedale; *stc* statocisti; *st* stomaco; *le* lobuli epatici. Ingrandimento 10 d.

sopra descritte. Cioè con epitelio a cellule cigliate d'un sol tipo; per posizione stanno un poco più internamente di quelle dei Mitilidi, e sono più esterne di quelle di Arca. Quasi certamente c'è un sottilissimo canale otocistico, con meato così stretto che è molto difficile seguirlo nelle sezioni trasversali.

Ostrea edulis L. Contrariamente all'affermazione del Pelseneer, ci sono anche qui due statocisti abbastanza sviluppate. Si trovano, guardando con attenzione, nelle sezioni trasversali a livello della porzione superiore del tubo digerente, cioè prima dello stomaco. Hanno la parete rivestita da un epitelio a cellule cigliate d'un sol tipo (fig. 24) e nel loro interno non ho mai riscontrato traccia di otoconie. Nel dubbio che queste fossero disciolte dalle sostanze acide, adoperate per fissare il mollusco, ricorsi alla fissazione col solo alcool assoluto; ma il risultato è stato sempre negativo. Sono molto ravvicinate fra di loro e alla linea mediana, e sopra di esse si trova un rudimento della glandola del bisso (fig. 24, r. g). Le due statocisti sono comprese fra parecchie fibre muscolari, che decorrono in senso trasversale come s'è visto in Arca. Nel mezzo, vicinissimo alle due statocisti si trova un piccolo gruppo di cellule nervose, che rappresentano un ganglio pedale rudimentale. In piccoli esemplari di *O. edulis*, di 2 cm di diametro, il diametro delle statocisti è di 90—100 μ . In *Ostrea plicata* Chmn., e in *Gryphaea (Ostrea) cochlear* Poli si notano le stesse disposizioni e la stessa struttura ora descritta.¹⁾

III.

Il secondo tipo di statocisti si trova nei Lamellibranchi superiori, cioè nel solo ordine degli Eulamellibranchi, ed è così caratterizzato: le statocisti sono strettamente unite al ganglio pedale, così che talvolta

¹⁾ La ragione per cui in *Ostrea* non sono state descritte statocisti è ch'esse si confondono facilmente, specialmente se non si ha del materiale bene fissato e colorato, con gli adiacenti lobuli epatici. Aveva dunque ragione l'Ihering di dire nel suo lavoro già citato (p. 25): Bei *Ostrea* konnte die Otocyste nicht aufgefunden werden, vermutlich weil sie beim Mangel des Fusses zwischen den Eingeweiden, namentlich den Lappen der Leber verborgen liegt. Il Pelseneer non ha tenuto conto della veridica supposizione dell'Ihering, ed ha negato senz'altro l'esistenza delle „otocisti“ nell'*Ostrica*.

sono comprese con quest'ultimo nella stessa guaina connettivale; le cellule della parete sono di un solo tipo, sempre sprovviste di ciglia, di forma singolare ed irregolare e di così poco spessore che l'insieme della statocisti ricorda una piccola sfera fatta come un cestello di vimini. Non esiste mai un canale statocistico, e nell'interno, oltre al liquido, si trova un grosso ed unico statolito (comunemente detto otolito). Le dimensioni sono in generale minori di quelle delle statocisti del primo tipo.

Veniamo alle descrizioni delle forme da me studiate. *Galeomma Turtoni* Sowerby. — Questo piccolissimo ed elegantissimo Lamellibranco ha le statocisti strettamente aderenti al ganglio pedale, tanto ch'esse sono proprio a livello dell'ammasso di cellule ganglionari che si trova verso il lato interno del corpo, cioè opposto al piede (fig. 15). Il grosso statolite, contenuto dentro alla statocisti, ha una forma sferica e presenta la particolarità di colorarsi fortemente con i colori basofili. La parete della cisti è esilissima ed ha la struttura tipica a cestello, come è raffigurata e descritta più avanti per *Gastrochaena* e per *Petricola*. Il diametro della statocisti è di 80 μ , in un esemplare adulto, e la statolite di circa 30 μ .

Gastrochaena dubia Penn. A differenza degli altri Eulamellibranchi, qui le statocisti sono ad una certa distanza dal ganglio pedale (fig. 19) e, rispetto ad esso si trovano internamente, cioè dal lato opposto al piede, simmetricamente collocate di qua e di là di un ammasso mediano di glandole protacide (*g. m. s.*). La statolite (fig. 20 *sl*) ha l'aspetto di una pietra finamente striata, e non assorbe nessuna traccia di sostanza colorante.¹⁾ La parete della cisti è formata da poche e grandi cellule di forma irregolare e di pochissimo spessore. Nel disegno sono rappresentate come se fossero floscie, appiattite, perchè così si vedono nelle sezioni; ma evidentemente si tratta di un difetto di preparazione, d'altronde ben difficile ad evitare. Nella figura 20 si vedono dal lato esterno delle fibrille che penetrano nello spessore della parete della statocisti e che sembrano fibrille nervose. Dico sembrano, perchè a

¹⁾ Ritengo che, come nelle altre specie la sua forma sia sferica, e che l'aspetto presentato nella fig. 20 sia dovuto all'essersi rotta durante le manipolazioni necessarie per fare le sezioni.

cagione del loro numero limitato non ho potuto escludere che si trattasse piuttosto di fibrille del connettivo.

La dimensione della statocisti è di circa $50\ \mu$ e quella dello statolite di $20\ \mu$ circa.

In una forma vicina, *Saxicava arctica* L. l'Ihering, già citato, ha trovato la statocisti di $120\ \mu$ con un otolite di $22\ \mu$ e anche alcune otoconie di $4\ \mu$. Io non ho mai potuto osservare la presenza delle otoconie nelle statocisti degli Eulamellibranchi.

Petricola lithophaga Retzius. Qui le statocisti sono proprio addossate al lato interno del ganglio pedale (fig. 16). Le grandi e sottilissime cellule della parete costituiscono anche qui un tessuto che ha l'aspetto di un cestello di vimini e non mostrano traccia di ciglia. Lo statolite è di forma sferoidale, non colorabile dalle sostanze coloranti ed ha una struttura rigata. Le dimensioni della statocisti sono: $60\ \mu$, lo statolite è: $30\ \mu$. Ihering assegna $36\ \mu$ all'otolite di una *Petricola*. Di più egli ricorda parecchie altre specie di questo gruppo, e cioè: *Solen vagina* con la statocisti di $110\ \mu$ e l'otolite di $36\ \mu$. *Solecurtus strigilatus* L. di 143 e l'otolite di 42 . *Corbula gibba* Olivi di 80 e l'otolite di 20 . Di *Neaera cuspidata* Olivi non dà la dimensione della statocisti, ma solo dell'otolite, che è di $25\ \mu$. Infine ricorda che von Siebold ha trovato in *Mya arenaria* L. le statocisti con statoliti.

Teredo navalis L. La figura 2 a pag. 71 fa vedere che anche qui le statocisti (*st*) sono aderenti al ganglio pedale (*gp*) e la figura 18 ne mostra l'aspetto, quando sono esaminate a forte ingrandimento. La piccola statocisti, di $40\ \mu$ di diametro, ha un epitelio non ciliato a cellule piuttosto grandi, senza membrana limitante ben visibile e disposte più regolarmente di quel che sieno nei tre Eulamellibranchi fin qui descritti. Nell'interno si trova un piccolo statolite a struttura radiale e un poco colorabile dai colori acidi.

L'Ihering rammenta che il Deshayes ha visto un otolite nell'otocisti di *Teredo* e lui stesso ha visto in *Pholas* una statocisti di $104\ \mu$ con delle otoconie.

Non ho modo ora di rivedere queste osservazioni dell'Ihering, e non ho quindi ragione di dubitarne; pure mi trovo indotto ad accoglierle con riserva, perchè dalle mie ricerche risulterebbe che nei Lamelli-

branchi superiori, cioè negli Eulamellibranchi, le statocisti hanno soli statoliti, senza otoconie. Ad ogni modo, anche accettando i risultati dell'Ihering, non resta per niente invalidata la distinzione, che ho messa in evidenza, di due tipi, fra di loro notevolmente diversi, di organi statici.

IV.

Statici o uditivi, dobbiamo noi chiamare questi organi? Lasciamo stare l'improprietà dell'espressione „senso statico“; essa deve andare intesa come una frase simbolica, che si riferisce ad una serie di sensazioni delle quali non possiamo avere un'idea molto precisa, e che comprendono sensazioni di orientazione, di equilibrio, di gravitazione, di posizione nello spazio etc. Fa comodo adoperare quell'espressione anche perchè essa si oppone alla precisa indicazione di „senso uditivo“, supposto, ma mai dimostrato nei molluschi. Il Pelseener ricorda che *Anomia* percepisce i suoni trasmessi nell'acqua, ed io non so a quali esperienze si riferisca, ma non mi perito di affermare che esse hanno bisogno di essere seriamente controllate, perchè non è la prima volta che si ritennero percezioni sonore quelle che non erano altro che percezioni del movimento del liquido. D'altronde noi sappiamo dalle esperienze del Delage¹⁾ che nell'*Octopus* la così detta „otocisti“ possiede una funzione indipendente dall'udito e relativa all'orientazione locomotrice.

E le esperienze sui crostacei e sui pesci hanno dato molte prove in favore della tesi che queste capsule sensitive, contenenti nel loro interno dei corpi solidi, abbiano la funzione di rendere edotto l'animale dell'orientazione del suo corpo e di regolarne la posizione rispetto al liquido in cui vive, specialmente in rapporto con i movimenti locomotori.

A questo modo di vedere si potrebbe opporre che molti Lamellibranchi conducono una vita fissa o quasi, e che è quindi inutile per essi l'avere tali organi. Ma anche forme a scarsi movimenti, come per esempio quelle perforanti, di cui ho trattato nel capitolo precedente,

¹⁾ Delage Yves, Une fonction nouvelle des otocystes, in Arch. Zool. exp. S. II. t. 5. 1887. p. 21.

possono aver bisogno, appunto per il fatto che passano la vita all'oscuro e che sono sprovvisti di tentacoli tattili, di organi che permettano all'animale di conoscere ad ogni istante la sua posizione. E se è una cosa difficile capire l'utilità delle statocisti nei Lamellibranchi fissi o terebranti, non è meno difficile comprendere di quale vantaggio sarebbe il possesso di organi uditivi, quando il mollusco non può fuggire il pericolo, avvertito col suono, e neanche mettervi riparo col chindersi dentro al guscio, perchè vi sono forme, come per es. *Teredo*, *Pholas*, *Gastrochaena* etc., nelle quali una parte del corpo rimane sempre fuori dalla conchiglia. Anche si potrebbe obiettare che è del tutto inutile per *Ostrea* possedere delle statocisti, e così pure per *Anomia*, dal momento che sono forme fisse, incapaci quindi di locomoversi. Ma rispondo che (almeno per *Ostrea*) si tratta di organi rudimentali tanto è vero ch'essi sono sprovvisti di otoconie. E che, sia per *Ostrea* che per *Anomia* come per i molluschi terebranti sopra menzionati, non si deve dimenticare ch'essi stanno molto spesso non su di oggetti immobili (rocce, pali piantati sul fondo del mare etc.), ma fissati ad oggetti mobili (sassi, pezzi di legno, gusci di altri Lamellibranchi) e quindi la funzione di orientazione è sempre necessaria.

Ma l'argomento, secondo me più importante, da aggiungere ai primi citati (cioè: analogia con gli organi statici dei crostacei e dei pesci, esperienze sui cefalopodi), per ritenere questi organi come primitivamente deputati al senso dell'equilibrio è che *le statocisti devono esser considerate soprattutto come organi larvali*. E come tali appunto noi le vediamo possedute da tutti i molluschi (le due eccezioni ricordate dal Pelseener¹⁾ per i Gasteropodi, avranno la stessa attendibilità delle eccezioni fatte fra i Lamellibranchi per *Ostrea*) e le vediamo sussistere ancora nell'adulto, benchè talora forse non funzionanti (*Ostrea*), o con funzione ridotta o anche profondamente modificata. Sono venuto a questa conclusione dall'osservazione che le statocisti si sviluppano molto precocemente nell'embrione ed hanno, in proporzione degli altri organi, un enorme sviluppo nel *veliger*. Ora è appunto in questa larva che vive galleggiante e planctonica, che noi ci spieghiamo facilmente l'uf-

¹⁾ Pelseener. Introd. à l'étude des Mollusques. 1893. p. 84.

ficio di un organo relativo all'orientazione locomotrice, mentre sarebbe poco comprensibile l'utilità di un organo auditivo.

Anche nei Cefalopodi, che non hanno la larva *veliger* ma che schiudono dall'uovo direttamente, noi troviamo che i giovani appena nati hanno delle enormi statocisti, le quali non acquistano in seguito uno sviluppo proporzionale a quello di tutta la massa del corpo e degli altri organi, ma crescono relativamente pochissimo.

Ho ammesso, più sopra la possibilità che la funzione delle statocisti si modifichi profondamente quando l'animale passa dalla vita larvale a quella di adulto; o, per esprimermi meglio, mi pare cosa probabile che nel seguito dello sviluppo detti organi assumano funzioni diverse nei diversi gruppi di Lamellibranchi. Così si potrebbe supporre (non abbiamo dati sperimentali e quindi si tratta di una semplice congettura) che nei Lamellibranchi inferiori le statocisti conservino, più o meno ridotta, la funzione che hanno nella larva, e che negli Eulamellibranchi ne abbiano una differente, da poi che è così profondamente diversa la struttura dell'organo.

VI.

Conclusioni.

Risulta dalle mie osservazioni che la maggior parte di quel che s'è detto fin qui sugli organi „statici“ o „auditivi“ dei Lamellibranchi è sensibilmente diverso da quel ch'è dimostrato dai fatti. Aveva torto il Pelseneer affermando che il canale otocistico, cioè la comunicazione della statocisti con l'esterno, è esclusivo di alcuni Lamellibranchi del gruppo dei Protobranchi; come ha torto l'Hescheler di limitarne l'esistenza soltanto a tutto quest'ordine. Aveva torto il Pelseneer quando attribuiva in generale a tutte le statocisti un epitelio non ciliato; ed errava del pari quando attribuiva delle ciglia a tutte le cellule. E lui e l'Hescheler sostenevano cosa non vera supponendo una distinzione fra cellule ciliate di sostegno e cellule sensoriali. Che l'Hescheler abbia fatta sua questa distinzione non è da fargliene carico, perchè il suo libro non è, e non vuol essere, altro che un libro di compilazione.¹⁾

¹⁾ È peccato che all'Hescheler sieno sfuggite qua e là alcune cose errate, riprodotte tali e quali dalla prima edizione. Così per es. la fig. 226 a pag. 230

Riesce più difficile capire su che cosa basi la sua affermazione il Pelseneer, noto e reputato conoscitore dei molluschi; non su ricerche sue, ch'egli della parte istologica non s'è mai occupato; nè io ne ho trovate di altri che si riferiscano alla struttura delle statocisti dei Lamellibranchi. Forse si può supporre che il Pelseneer abbia fatto quella distinzione fra cellule di sostegno e cellule sensoriali per semplice analogia con gli epiteli sensitivi di alcuni organi dei vertebrati.

Comunque sia, a me non risulta in nessun modo che nella parete delle statocisti dei Lamellibranchi vi sieno due sorta di cellule; perchè nei miei preparati ne ho visto sempre di una sola specie: o tutte ciliate, nei Lamellibranchi inferiori, o tutte senza ciglia, nei Lamellibranchi superiori, cioè negli Eulamellibranchi. Esaminando le tavole unite a questa nota il lettore vedrà che le figure delle statocisti non si possono dire bellissime, ma il fatto è ch'esse non riescono mai fissate molto bene, a cagione della sottigliezza della parete e della deformazione che subiscono con lo svuotarsi dell'umore che le tiene distese nell'animale vivente. Ma ad ogni modo non può rimaner dubbio che in tutte le statocisti dei Lamellibranchi l'epitelio è formato da una sola specie di cellule, o tutte appiattite e non ciliate (Eulamellibranchi) o tutte cilindriche e ciliate (Filibranchi, Pseudolamellibranchi).

Siccome non di rado le ciglia si rendono invisibili nell'esame di materiale fissato e colorato, si potrebbe obiettare che anche nel tipo a cellule ch'io dico non ciliate le ciglia esistano, benchè non sieno dimostrabili. Ma resta poco valore all'obiezione quando si pensi che con gli stessi mezzi di conservazione e di colorazione le cellule delle statocisti del primo tipo mostrano, l'esistenza di brevi e sottilissime ciglia.

è data come di *Octopus*, mentre è una *Sepia* o qualche altro decapodo (è provvista di ganglio boccale distinto). A pag. 411 sono riportate le figure sullo sviluppo di *Paludina* tolte dall'Erlanger, benchè il Tönniges abbia dimostrato esaurientemente che l'Erlanger ha inventato tutto di sana pianta. E riportare, come fa l'Hescheler, l'origine del mesoderma in *Paludina* prima secondo „einer früheren Darstellung“ e dopo „nach der jüngsten Darstellung“, quando le due esposizioni sono una agli antipodi dell'altra è certo dal punto di vista didattico deplorabile, perchè il lettore ignaro di embriologia, non saprà che pesci pigliare. Quando poi è dimostrato che „l'esposizione primitiva“ è una mistificazione mi pare meglio non parlarne neanche.

Queste non devono poi esser confuse con le „einige sehr zarte Cilien“ di cui parla Meisenheimer¹⁾ e che servono a reggere sospeso nell'interno della cisti lo statolite. Non è improbabile che tali specialissime appendici di sostegno esistano in tutte le statocisti a statolite unico. Ma esse non si vedono più nel materiale fissato.

Ho avuto occasione di esaminare anche delle statocisti di alcuni gasteropodi e mai ho visto cellule di due specie. Così nelle tre specie di *Aplysia* (*limacina*, *punctata* e *depilans*) la parete delle statocisti è fatta da cellule piatte, non ciliate. Ancora più piatte e pure senza ciglia sono quelle dei Pteropodi gimnosomi.²⁾ Anche il Moore in *Typhobius* descrive e figura³⁾ le statocisti con una membrana epiteliale di cellule d'una sola specie, tutte uniformemente ciliate. La sola eccezione ch'io conosco è quella di Pterotrachea, nella quale, secondo Claus⁴⁾, vi sarebbero delle cellule ciliate, ben distinte da altre pure ciliate, dette sensoriali, ed anche quattro cellule sprovviste di ciglia e dette di sostegno.

Abbiamo visto come sia del pari inesatto limitare l'esistenza del canale statocistico ai soli Protobranchi, come fanno il Pelseener e l'Hescheler. Ne ho, invece, dimostrata l'esistenza anche nei Filibranchi e in qualche Pseudolamellibranco. Manca sempre negli Eulamellibranchi.

Un altro risultato delle mie ricerche è la distinzione di due tipi diversi di statocisti nei Lamellibranchi. Il primo è quello dei Protobranchi, Filibranchi e parte almeno dei Pseudolamellibranchi, nel quale l'epitelio della parete della capsula è a cellule cilindriche ciliate, il contenuto liquido porta immerse numerose piccole otoconie ed esiste una comunicazione con l'esterno. Nel secondo tipo, proprio dei Lamellibranchi superiori, l'epitelio è a cellule piatte, grandi, non ciliate, manca il canale statocistico e nell'interno della vescica le otoconie sono sosti-

¹⁾ Meisenheimer, J., Entw. Dreissensia polymorpha in Zeitschr. f. wiss. Zool. LXIX. 1901. p. 90.

²⁾ Devo alla cortesia del Dott. C. Kwietniwiesky, che sta preparando un lavoro sull'istologia dei pteropodi gimnosomi, l'aver potuto osservare sezioni di statocisti in questi molluschi.

³⁾ Moore, J. E. S., The Molluscs of the Great Africa Lakes. II. The Anatomy of the Typhobias, in Quart. Journ. Micr. Sc. XLI. 1898. p. 181 e fig. 36.

⁴⁾ Il recentissimo lavoro del Solger mi è sconosciuto. Zur Kenntnis des Gehörorgans von Pterotrachea in Schrift naturf. Gesellsch. X. Danzig 1899.

tuite da un solo e grosso statolito. Sarebbe da rivedere se vi sono anche degli Eulamellibranchi con otoconie e statoliti nella stessa statocisti.¹⁾

Le statocisti esistono in tutti i Lamellibranchi (sono erronee le affermazioni in contrario), perchè esse hanno una grande importanza durante la vita larvale, come lo dimostra il fatto del loro precocissimo sviluppo e delle grandi dimensioni che raggiungono nel *veliger*. A questo servono per regolarne la posizione di equilibrio nell'acqua. Nell'adulto l'importanza delle statocisti è probabilmente minore, e l'esistenza di due tipi diversi è da mettersi in rapporto con differenza di funzione. Forse quelle del primo tipo hanno conservato l'ufficio degli organi larvali, ma, almeno in qualche caso, con riduzione, come lo dimostra la scomparsa delle otoconie in *Ostrea* e l'atrofia del canale statocistico. Quelle del secondo tipo devono ritenersi adibite a diversa funzione, come n'è diversa la struttura.

Pasqua del 1902.

¹⁾ Ricordo che anche nei Cefalopodi esiste una distinzione quanto al contenuto delle statocisti. In *Nautilus* si trovano otoconie numerose; nei Dibranchiati un otolite unico. Sarebbe da vedere se esiste anche (io credo di sì) una differenza nella struttura dell'epitelio della parete.

Spiegazione delle figure.

I disegni furono fatti sempre con l'aiuto della camera chiara di Abbe.
Gl'ingrandimenti sono approssimativi.

Tav. III e IV.

- Fig. 1. *Lithodomus dactylus* Cuv. La glandola deutacida posteriore dell'esemplare disegnato nella fig. 1 nel testo; grandezza tre volte quella naturale. *tg* tessuto glandolare; *a* forellini di sbocco della glandola; *c* limite posteriore del cardine; *vd* linea d'inserzione dorsale del mantello sulla valva.
- Fig. 2. *Lithodomus d.* Sezione trasversa all'altezza del muscolo adduttore anteriore (*ma*); *om* orlo posteriore del mantello; *a* porzione anteriore, sopra alla bocca; *gmt* tessuto della glandola deutacida anteriore; *gms* tessuto della glandola *protacida*, che occupa tutto lo spessore della sezione, ad eccezione del muscolo e della glandola deutacida; *np* nervo palaleale anteriore. Ingrandimento 17 d.
- Fig. 3. *Lithodomus d.* La porzione posteriore più esterna della figura precedente, per far vedere lo sbocco della glandola deutacida anteriore (*gmt*) fra le ripiegature posteriori del mantello (*rm*); *np* nervo palaleale posteriore. Ingrandimento 50 d. Litodomo fissato nel liquido dello Zenker, colorazione della sezione con emallume e fucsina acida. Spessore della sezione $7\frac{1}{2}$ μ . Solo la metà destra (superiore) della figura mostra le cellule disegnate; l'altra metà ha indicati i semplici contorni della glandola e del mantello.
- Fig. 4. *Lithodomus l.* Porzione di un lobulo della glandola deutacida anteriore disegnato a forte ingrandimento e con l'obbiettivo apocromatico 2 mm. Fissazione del mollusco nel liquido di Zenker, colorazione del preparato con emallume, poi carmallume e quindi fucsina acida; spessore della sezione $7\frac{1}{2}$ μ . *nc* nuclei del connettivo; *ng* nuclei delle cellule glandolari; *cgc* cellule glandolari a contenuto rosso chiaro, di aspetto quasi omogeneo, con appena qualche traccia di vacuoli; *cgs* cellule glandolari di colore rosso scuro, con struttura distintamente granulare; *sg* secreto glandolare nel lume del tubolo, identico al contenuto delle cell. gland. chiare (*cgc*). Ingrandimento 400 d.
- Fig. 5. *Lithodomus l.* Un lobulo della glandola *protacida* (*gms*), da una sezione trasversa dello stesso animale che ha servito per la figura 3, ma colorata col metodo Gieson-Apáthy (emallume, fucsina acida e picrato ammonico); disegno fatto con l'obbiettivo apocromatico 2 mm. Il lobulo è privo di lume; i nuclei delle cellule glandolari (*ncg*) son colorati dal-

l'emallume; così pure, ma tenuamente, i sottili limiti fra cellula e cellula. I granuli delle cellule glandolari sono colorati esclusivamente dal picrato ammonico, e prendono una tinta gialla leggermente verdastra (*gr. cg*). Diversi nuclei delle cellule glandolari sono appaiati. A destra del lobulo della glandola protacida si scorgono le cellule della porzione dorsale del mantello (*cm*), con granuli più o meno distintamente basofili. In *a* un amebocito col citoplasma roseo. Ingrandimento 600 d.

- Fig. 6. *Lithodomus l.* Sezione trasversa del corpo a livello della bocca e dei gangli cerebrali. *m* lobi anteriori del mantello; *pl* palpi labiali; *b* bocca; *gc* gangli cerebrali; *br* branchie; *mp* muscoli retrattori anteriori del piede; *m'* porzione dorsale del mantello a cellule con granulazioni basofile; *n* vasi nefridici; *s* lobi delle glandole sessuali. Tutto lo spazio del corpo e dei lobi del mantello è occupato dai lobuli pieni della glandola protacida. Ingrandimento 18 d.
- Fig. 7. *Lithodomus l.* Sezione trasversa poco al disopra del muscolo adduttore posteriore. *gmt* glandola dentacida posteriore e suo sbocco; *mp* muscoli retrattori posteriori del piede; *im. ir* intestino medio e intestino retto; *n* nefridi; *br* branchie; *m* mantello. Ingrandimento 17 d.
- Fig. 8. *Lithodomus l.* Fissato col liquido dello Zenker e colorato con emallume e orange. Sezione longitudinale frontale. Porzione destra della glandola dentacida posteriore (*gmt*) per mostrarne la struttura distintamente lobulare, come quella della glandola dentacida anteriore (vedi fig. 3), con la differenza che la parte somatica delle cellule glandolari è tutto egualmente colorato dall'orange. Ingrandimento 100 d.
- Fig. 9. *Petricola li'hophaga*. ♂, fissata in formalina all'8‰ per 24 ore e poi per altrettante in sublimato; colorazione con emallume e orange. Sezione trasversale del corpo a livello del ganglio pedale. Il piede, ripiegato a sinistra, è in due pezzi. Le gonadi maschili (*sp*) riempiono la maggior parte dello spazio; *gpd* ganglio pedale; *p* piede; *gv* glandola del veleno; *m* orlo posteriore del mantello; *gms.v* glandole protacide ventrali; *gms.d* glandole protacide dorsali. Sezione di 15 μ , ingrandimento 18 d.
- Fig. 10, 11. Litodomo: sezione longitudinale frontale. Fissazione nel liquido Zenker, colorazione con emallume e fucsina. *gmt* glandola dentacida destra; *b* la bocca; *gc* ganglio cerebrale; *st* statocisti; *pp* muscolo. Nella fig. 10 l'ingrand. è di 17 d. Nella fig. 11 *cst* canale statocistico; *otoc* cumulo di otoconie. Ingrandimento 200 d.
- Fig. 12. *Gastrochaena dubia*. Porzione del mantello nel tratto glandolare più scuro, come quello segnato *a* nella fig. 21. Sezione trasversa nella parte posteriore del corpo, molto al disotto di quella disegnata nella fig. 21. *m* orlo del mantello verso lo spazio palaleale, cioè di fronte alle branchie; *lb* lobuli della glandola protacida di sostanza omogenea, completamente basofila (colorata dall'emallume); *ga* cellule della glandola protacida a granulazioni acidofile. Ingrandimento 65 d.
- Fig. 13. *Petricola lith.* fissata in formalina e acqua di mare 8‰, poi in sublimato. Colorazione delle sezioni con emallume e orange; sezione di 7½ μ . vicina quella disegnata nella fig. 9. Si scorge la parte sinistra del-

l'orlo ventrale del mantello *m*; le glandole del veleno, *gv*, sono a contenuto acidofile, ma perfettamente omogeneo, anche quando si osservano con l'obbiettivo a immersione; *gms* glandola protacida. Ingrandimento 65 d.

Fig. 14. *Gastrochaena d.* Presa dalla stessa sezione che ha servito per la fig. 21. Rappresenta una piccola porzione della glandola protacida in corrispondenza del punto *a* della fig. 21. In *c* si riconosce ancora la struttura delle cellule dell'orlo del mantello. Più avanti i granuli di secreto (*s*) delle cellule glandolari protacide arrivano fino al limite esterno. In basso (*s'*) una goccia di secreto nello spazio palleale; *n* nuclei delle cellule dell'epitelio dell'orlo del mantello; *ng* nuclei delle cellule della glandola protacida. I gruppi delle granulazioni sono disposti in file allungate. Ingrandimento 650 d.

Fig. 15. *Galeomma Turtoni* fissata in sublimato. Sezione trasversa a livello del ganglio pedale; *p* piede; *m* muscoli del piede; *gb* glandole basofile del piede; *gp* ganglio pedale; *st* statocisti. Gli otoliti sono colorati in blu dall'emallume. Spessore della sezione 10 μ , ingrandimento 65 d.

Fig. 16. *Petricola lith.* Sezione trasversa a livello del ganglio pedale. La parte superiore della figura è occupata dal ganglio pedale (*gpd*), ed è la parte rivolta all'esterno del corpo, cioè verso il piede. La parte inferiore del disegno è rivolta verso l'interno del corpo ed è qui che si trovano le statocisti (*st*), fra le quali sta l'arteria pedale (*ap*). Nell'interno delle statocisti un grosso ed unico statolito (*sl*) che mostra una sottilissima striatura e non è colorato. Le cellule della statocisti sono flosce e a parete molto sottile. *cg* cellule ganglionari del g. pedale. Ingrandimento 300 d.

Fig. 17. *Petricola l.* Dalla stessa sezione che ha servito per la fig. 13. Porzione della glandola protacida dorsale (*gms.d*). Internamente la struttura si mostra simile a quella della glandola protacida del litodomo. L'uscita del secreto ha luogo attraverso le cellule cilindriche comprese fra i due orli posteriori del mantello. Ingrandimento 600 d.

Fig. 18. *Teredo navalis.* Particolare della fig. 2 del testo (pag. 71), per mostrare a forte ingrandimento la statocisti di destra, compresa fra un lobulo epatico (*le*) e il fianco del ganglio pedale (*gp*). La statocisti è a struttura finamente radiare. Le cellule della parete della statocisti sono più compatte e regolari di quelle della Petricola, ma non mostrano limiti e sono certo sprovviste di ciglia. Ingrandimento 600 d.

Fig. 19. *Gastrochaena dubia.* Porzione di una sezione trasversa a livello del ganglio pedale (*gp*). A sinistra del ganglio, cioè verso l'esterno, si vedono i muscoli (*m*) del piede. A destra, cioè verso l'interno, vi sono dei gruppi di glandole protacide (*gms*). Simmetricamente disposte ai due lati di questo gruppo glandolare si scorgono le due statocisti (*st*), contenenti nel loro lume uno statolite. Ingrandimento 65 d.

Fig. 20. *Gastrochaena d.* La statocisti di sinistra della figura precedente disegnata a forte ingrandimento. *gms* glandole protacide; *st* statocisti; *sl* statolite, probabilmente rotto; *n* nervo statico (?). La struttura della parete della statocisti ricorda assai da vicino quella della Petricola. Ingrandimento 600 d.

- Fig. 21. *Gastrochaena d.* Fissata in formalina e poi in sublimato. Sezione trasversa di tutto il corpo nella regione anteriore, esofagea, poco al disopra dello stomaco. Intorno all'esofago (*es*) dei lobuli epatici (*f*); fra questo tratto e il piede vi sono numerosi lobuli genitali (*dg*) con uova; nel piede due porzioni quasi rudimentali della gland. del bisso; *i* sezioni di anse intestinali; *br* branchie. Il mantello, verso la parte interna è occupato dalle glandole protacide (*ms*). Esse occupano anche tutti gli spazi del corpo che sono compresi fra gli organi sopra ricordati; *gl. ms* rigonfiature della parte interna del mantello dove le glandole protacide diventano più scure, più acidofile e a granulazioni più grosse. Ingrandimento 15 d.
- Fig. 22, 23. *Arca barbata* (vedi fig. 5 nel testo a pag. 77). Sezioni trasverse a $15\ \mu$ di distanza una dall'altra, dello spessore di $7\frac{1}{2}\ \mu$, per far vedere la porzione orizzontale del canale statocistico (*c*), con il suo sbocco (*cst*) all'esterno; *ms* fibre muscolari; *om* limite esterno del corpo. Ingrandimento 200 d.
- Fig. 24. *Ostrea edulis* da una sezione trasversa; *st* statocisti; *rg* rudimento della glandula del bisso. Il rudimento del ganglio pedale si trova nella sezione successiva; è composto da un piccolo gruppo di cellule nervose e si trova fra e inferiormente le due statocisti. Le cellule delle statocisti sono ciliate e di un solo tipo. Ingrandimento 600 d.



(Laboratorio di Patologia generale della R. Università di Torino diretto dal
Prof. C. Sacerdotti.)

Del pericondrio e di altre membrane fibrose.

Ricerche

del

Dr. Guido Volpino,

Assistente.

(Con Tav. V.)

Struttura del pericondrio.

L'anno passato ho avuto occasione di osservare nel pericondrio delle figure che mi fecero supporre in questo tessuto una struttura diversa da quella descritta dagli autori. Ho insistito perciò nel suo studio in vista anche dell'interesse che una ricerca sulla struttura di questo tessuto poteva presentare da una parte per precisare meglio i suoi rapporti con la cartilagine, dall'altra per intendere meglio la sua funzione nel periodo dello sviluppo.

Riassumo brevemente i pareri degli autori che hanno descritto la struttura del pericondrio in modo particolareggiato, e degli autori che si sono occupati della funzione di questo tessuto nel periodo dello sviluppo. Ranvier, nel suo trattato d'istologia dice che il pericondrio è un tessuto fibroso che nella parte più interna cioè in quella che corrisponde alla cartilagine è costituito di fasci di fibre connettive in mezzo alle quali si osservano cellule cartilaginee con la loro capsula.

Le fibre connettive penetrano nella sostanza fondamentale della cartilagine.

Nello strato esterno non si trovano in esso che cellule e fibre connettive.

Secondo Renaut il pericondrio terminerebbe nella cartilagine penetrandovi alla guisa di un tendine. I suoi fascetti incrociandosi penetrerebbero nella cartilagine, mentre le cellule connettive, poste negli interstizi dei fasci, andrebbero man mano assumendo la forma e la disposizione delle cellule cartilaginee.

Bernays, parlando dello sviluppo dell'articolazione del ginocchio, trova che la cartilagine nell'embrione è circondata da uno strato limitrofo, il quale, nella parte rivolta alla cartilagine, contiene molte serie di cellule, ovali, rotondeggianti, con un piccolo nucleo e protoplasma torbido, granuloso. Più verso la cartilagine seguono cellule alquanto più grandi, con sostanza intercellulare più scarsa e più grosso nucleo, le quali vanno man mano assumendo i caratteri di cellule cartilaginee. L'autore considera questo strato come zona di proliferazione alle cui spese si accresce la cartilagine.

Schulin pure descrive uno strato limitrofo della cartilagine embrionale con cellule piccole, fusiformi, che intensamente si colorano; ma non ammette in questo strato nessun potere condrogeno. Esso rappresenta invece il prodotto finale dell'accrescimento cartilagineo apposizionale. Si trova anche nel tessuto cartilagineo a termine il quale pure è circondato da uno strato che contiene corpuscoli fusiformi e che a poco a poco, passa nel restante tessuto fibroso.

Solger, studiando lo scheletro della testa del luccio, trova che lo sviluppo della cartilagine si fa da una parte per accrescimento intra-cartilagineo; dall'altra per semplice metaplasia del pericondrio, in cui la sostanza interstiziale fibrillare subisce la trasformazione condrogena, mentre le cellule connettive si fanno cartilaginee.

Secondo Gradenigo il tessuto cartilagineo si forma nella porzione assiale del tessuto precartilagineo; le cellule cartilaginee si perdono a poco a poco alla periferia e passano nelle cellule che rappresentano il resto della primitiva disposizione. A poco a poco la cartilagine periferica si estende sempre più all'esterno. Lo strato limitrofo

diventa perciò più stretto; le sue cellule più allungate, fusiformi, formando così nell'adulto una formazione fibrosa separata dalla cartilagine e dal connettivo vicino.

Schwalbe ricorse ad un procedimento sperimentale per dimostrare l'accrescimento della cartilagine. Con un ferro tagliente fece due buchi vicini presso il margine dell'orecchio del coniglio ed osservò che; mentre l'orecchio aumentava in superficie, la distanza fra i due buchi rimaneva la stessa. Concluse che lo sviluppo era apposizionale. Nei preparati microscopici trovò sempre un passaggio graduale dal pericondrio alla cartilagine.

Sieveking dice che il pericondrio è fornito di cellule rare ed appiattite e si continua senza limite netto con la cartilagine. Egli ha trovato che le maniere di sviluppo della cartilagine sono le seguenti: 1. Sviluppo interstiziale cellulare per moltiplicazione ed ingrandimento delle cellule. 2. Sviluppo interstiziale intercellulare per accrescimento della sostanza fondamentale e delle reti fibrose elastiche. 3. Sviluppo apposizionale dal pericondrio. Quest'ultima maniera di sviluppo nella precartilagine e nella cartilagine reticolata del primo mese ha importanza secondaria, mentre dal principio del secondo mese, contribuisce centamente allo sviluppo in prima linea.

Osservazioni personali.

Ho esaminate le cartilagini unite al pericondrio dell'orecchio, delle coste, dell'appendice ensiforme del coniglio e della cavia e la cartilagine dell'orecchio del cane.

Il pericondrio fissato per trenta giorni in liquido di Müller che è il liquido che meglio ne conserva la struttura, strappato cautamente dalla cartilagine ed esaminato nella soluzione fisiologica di cloruro sodico, è stato disteso sul porta oggetti in modo che la parte più profonda di esso, cioè quella in immediato rapporto con la cartilagine, sia rivolta verso l'occhio dell'osservatore.

Esso presenta in questa parte il massimo addensamento di elementi cellulari.

Questi si presentano sotto forma di cellule larghe, irregolarmente

poligonali, appiattite, fino ad essere lamellari, a contatto le une delle altre, divise soltanto da fine linee chiare, continue, rappresentanti la sostanza intercellulare cementante.

Il nucleo è grande, vescicolare, ovale o rotondeggiante o a forma di rene, anch'esso appiattito nel senso della larghezza dell'elemento. Il protoplasma è in forma di lamina estremamente sottile e larga, finamente granulosa. In qualche elemento cellulare nella sua massa si vede un certo numero di piccoli vacuoli.

Se ora, abbassando il tubo del microscopio, si esaminano gli strati più profondi del preparato, cioè quelli che per la posizione che si adatta al pericondrio nel preparato microscopico, sarebbero più vicini alla superficie esterna del pericondrio stesso, si vede che gli elementi cellulari vanno man mano assumendo la forma e la disposizione delle comuni cellule fisse del connettivo compatto. Cioè esse si allontanano gradatamente le une dalle altre, diventando fusiformi, con prolungamenti protoplasmatici, per mezzo dei quali si anastomizzano tra di loro.

Per avere un'idea più chiara dei rapporti che gli elementi cellulari hanno fra di loro, servono egregiamente le impregnazioni col nitrato d'argento, esaminando il pericondrio, pure strappato dalla cartilagine, in glicerina. Così si rende molto bene evidente la sostanza intercellulare cementante e si ha la figura negativa delle cellule. Si vede ora che in quegli strati, nei quali, le cellule si presentavano, col primo metodo d'esame, a reciproco contatto, la sostanza cementante si è disposta in linee sottili, annerite dal nitrato d'argento, che limitano degli spazii chiari irregolarmente poligonali, i quali corrispondono al corpo cellulare.

Più profondamente, nel corpo del tessuto, dapprima queste linee s'interrompono in alcuni punti e si allargano, mentre gli spazii chiari, non più divisi interamente da linee continue, comunicano tra di loro, fino ad aversi quelle immagini ben note del connettivo dei tendini e delle aponeurosi e che per primo Bizzozzero dimostrava esser l'impronta negativa delle cellule fisse del connettivo.

Ma le impregnazioni col nitrato d'argento hanno messo in luce un altro fatto. Le linee nere della parte che guarda verso la cartilagine non sono in un solo piano, esse costituiscono invece più strati

che comunicano fra di loro, formando una rete, per mezzo di linee che vanno da un piano all'altro. Per cui noi abbiamo nel pericondrio, nella parte in cui questo tessuto guarda la cartilagine, una serie di lamine formate di elementi cellulari estremamente appiattiti, poligonali ed in rapporto l'uno con l'altro per mezzo dei loro lati; elementi in tutto simili per le loro proprietà generali di forma e di vicendevoli rapporti agli elementi cellulari endoteliali. Queste lamine, passando l'una nell'altra costituiscono una rete. Nella parte più esterna del pericondrio si trovano invece le comuni cellule fisse del connettivo compatto.

Praticando al microtomo delle sezioni perpendicolari alla superficie della cartilagine, nelle quali le cellule furono colorate con ematossilina ed eosina, oppure impregnate con cloruro d'oro si vedono appunto queste lamine cellulari degli strati più interni del pericondrio, sezionate trasversalmente. Le cellule che le compongono appiattite, lamellari, tagliate di coltello, prendono l'aspetto di cellule fusiformi disposte in serie lineari le quali formano una rete partente dalla cartilagine. Nelle maglie della rete si trova della sostanza fibrosa molto compatta alla quale le cellule sono applicate. Nelle sezioni parallele alla cartilagine di pezzi che comprendono cartilagine e pericondrio uniti, abbiamo sotto altro aspetto lo stesso reperto. In tali sezioni essendo colpita obliquamente la rete di piani cellulari e la sostanza fibrosa interposta ad essi, si ha l'apparenza di isole cellulari limitate e separate tra di loro da fasci di fibre connettive. Un esame attento però fa scoprire molti punti in cui le cellule passano sopra o sotto detti fasci, per cui si deve concludere che gli strati cellulari sono continui, come avevano dimostrato le osservazioni precedenti.

Rapporto del pericondrio colla cartilagine.

Per avere un'idea esatta del rapporto che il pericondrio nella sua faccia più interna, cioè in quella rispondente alla cartilagine, ha con questa, mi hanno servito egualmente le sezioni perpendicolari e le tangenziali alla cartilagine dei pezzi fissati che comprendevano i due tessuti.

Si vede subito che non esiste un limite netto tra l'uno e l'altro. Le cellule cartilaginee avvicinandosi al pericondrio si fanno più piate,

si avvicinano in tutti i sensi, rendendosi così sempre più scarsa la sostanza fondamentale, perdono infine la capsula e si dispongono in piani, fino a che viene un punto nel quale le cellule non sono più rappresentate che da lamine sottilissime, unite l'una all'altra in corrispondenza dei loro limiti solo da linee sottili di sostanza cementante.

Sono riusciti dimostrativi a questo proposito anche i preparati fatti impregnando il tessuto col nitrato d'argento e sezionando a mano libera tangenzialmente alla superficie della cartilagine. Si vede in questi preparati, la sostanza fondamentale della cartilagine continuarsi con la sostanza intercellulare cementante delle cellule sopra descritte.

Con l'esame in acqua delle sezioni tangenziali e perpendicolari alla superficie della cartilagine ci si può d'altra parte assicurare che, là dove le cellule hanno preso forma e disposizione di piani endoteliali, non esistono più tracce di capsule attorno alle singole cellule.

La stessa constatazione si può fare colorando sezioni sottili di pezzi fissati in alcool con soluzione acquosa di bleu di metilene. Questo colore tingendo fortemente le capsule cartilaginee, doveva metterle in evidenza anche là dove esse potevano essere così sottili da sfuggire ad un altro metodo d'esame. Or bene, io non ho potuto neanche con questo metodo rendere palesi tracce di capsule cartilaginee fra le cellule in quistione.

Del pericondrio in rapporto allo sviluppo della cartilagine.

Ho studiato lo sviluppo della cartilagine nel padiglione dell'orecchio della cavia e del coniglio.

I pezzi sono stati fissati in liquido di Zenker e colorati con ematossilina o con safranina. Furono anche qui praticate sezioni perpendicolari e tangenziali alla superficie della cartilagine. Quando il pericondrio comincia a differenziarsi dalla cartilagine e dal tessuto vicino più esterno, contiene già cellule discretamente appiattite. Questo strato si continua senza limite netto, per mezzo d'un passaggio graduale, con la cartilagine. Esso è particolarmente ben dimostrabile, come negli animali adulti, nelle sezioni sottili tangenziali alla cartilagine.

Nella cavia esso comincia a differenziarsi nell'embrione di sei centimetri di lunghezza. In quest'epoca ed anche in periodi di sviluppo più avanzati, fino a che l'embrione ha raggiunto la lunghezza di otto centimetri tanto la cartilagine, quanto i piani cellulari posti alla sua periferia, mostrano in grande numero di cellule in scissione cariocinetica. Nei feti di 10 cm. di lunghezza, non si trovano più figure di scissione nelle cellule dello strato più interno del pericondrio. Queste cellule invece si appiattiscono e si estendono in superficie, mentre si trova già discreta quantità di sostanza fibrosa posta tra un piano e l'altro di cellule. La cartilagine aumenta per ingrandimento delle sue cellule, delle capsule e della sostanza fondamentale. Negli animali uccisi 8—10—15 e 30 giorni dopo la nascita, si riscontra sempre un progressivo aumento in grandezza delle cellule e della sostanza fondamentale della cartilagine, mentre le cellule della parte più interna del pericondrio non fanno che appiattirsi ed estendersi sempre più.

È sempre evidente il passaggio graduale da queste cellule alle cellule cartilaginee. Nel coniglio la cosa ha un andamento analogo. Nella cartilagine del padiglione dell'orecchio del coniglio neonato e del coniglio di un mese la cartilagine (le cui cellule sono ancora molto ravvicinate) e lo strato di cellule simili alle endoteliali sono ricche in mitosi. A un mese e mezzo si trova ancora qualche mitosi in queste ultime, più nessuna nella cartilagine. A due, a due e 1/2 ed a tre mesi, di mitosi non se ne trovano più, nè nel pericondrio, nè nella cartilagine. La cartilagine cresce per ingrandimento delle cellule e della sostanza fondamentale, i piani cellulari periferici per appiattimento ed allargamento delle cellule. Anche nel coniglio si osserva sempre il passaggio graduale degli strati interni del pericondrio alla cartilagine.

Riassumendo: Nel padiglione dell'orecchio della cavia e del coniglio non ho potuto scorgere figure di divisione cellulare per mitosi nei piani cellulari che si trovano immediatamente alla periferia della cartilagine, nei periodi di sviluppo, in cui essa ne è priva. Deve farsi eccezione per le rare mitosi riscontrate nel padiglione dell'orecchio di un coniglio di un mese e mezzo di età.

Esse però da sole non possono avere importanza dal nostro punto di vista, per concludere ad un intervento del pericondrio nell'accrescimento della cartilagine; poichè nei conigli di età poco più avanzata, come in quelli di due mesi mitosi non se ne trovano più.

Del resto non mi fu dato constatare in tutti i periodi di sviluppo esaminati, nemmeno una riduzione nel numero di questi piani cellulari dello strato più interno del pericondrio, nè figure di cariocinesi nelle cellule connettive periferiche ad essi che avrebbero potuto compensarne la riduzione avvenuta dall'altra parte; per cui io devo concludere che il pericondrio non ha parte alcuna nella formazione della cartilagine. Quelle figure di divisione cellulare che si trovano nei suoi strati più interni, nei periodi in cui anche la cartilagine si accresce principalmente per scissione delle sue cellule e quelle che si trovano nel padiglione dell'orecchio del coniglio di un mese e mezzo non possono dimostrare che esse servono all'accrescimento della cartilagine. La scissione cellulare in questi periodi è un processo necessario all'accrescimento di questi stessi strati del pericondrio che devono seguire nello sviluppo le altre parti che ingrandiscono. Più tardi quando in essi non si hanno più mitosi, le cellule si appiattiscono e si allargano soltanto. Il passaggio graduale di questi strati alla cartilagine d'altra parte non può da solo essere addotto come prova del fatto che essi contribuiscono all'accrescimento dell'altra. I due tessuti si continuano l'uno coll'altro perchè tutti e due hanno avuto la stessa origine. Si sa infatti che il tessuto cartilagineo si sviluppa da un cumulo di elementi mesodermatici, di cellule poligonali a mutuo contatto. Verso la periferia del cumulo, l'attività di queste cellule a evolversi in cellule cartilaginee, va man mano perdendosi, restando infine delle cellule a mutuo contatto che si appiattiscono e si dispongono in lamina col crescere della cartilagine, prendendo la forma di piani endoteliali; mentre fra essi si va depositando della sostanza fibrosa.

Si forma così alla periferia della cartilagine ed in continuazione con essa una zona di tessuto, diversa dalla cartilagine e dal tessuto connettivo più periferico, la quale resta in seguito inerte rispetto allo sviluppo della cartilagine.

Struttura di altre membrane fibrose.

La struttura che ho trovato nella parte del pericondrio più interna, cioè in quella che corrisponde alla cartilagine, ha notevole somiglianza con la struttura degli involucri fibrosi dei corpuscoli del Pacini. Anche in queste parti si tratta infatti di cellule appiattite poligonali disposte in piani ed applicate alla faccia interna degli strati lamellari di sostanza fibrosa. Solamente in queste parti le lame fibrose e le lame cellulari formano strati concentrici alternati; per cui il tessuto riesce meno compatto e più dissociabile nelle lame che lo compongono. Ora io ho voluto cercare se altri involucri fibrosi di altri organi presentassero nella loro parte più interna la stessa particolarità di struttura. Ho rivolta la mia attenzione specialmente agli elementi cellulari e mi sono servito della stessa tecnica che avevo adoperato nello studio del pericondrio. Ed ho trovato che la stessa forma e disposizione degli elementi cellulari, salvo qualche piccola variante nella larghezza degli stessi, si trovano nella parte più interna delle capsule fibrose dei reni, dei reni succenturiati, della milza, dei testicoli e dell'osso (periostio quando è privo di attività ossificante).

Bibliografia.

1. Ranvier, *Traité technique d'Histologie*. 1889.
 2. Renaut, *Traité d'Histologie pratique*. 1893.
 3. Bernays, *Morphol. Jahrbuch*. IV. 1878.
 4. Schulin, *Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abteilung*. 1879.
 5. Solger, *Fortschritte der Medicin*. 7 année. 1889.
 6. Gradenigo, *Wiener medicinische Jahrbücher*. 1887.
 7. Schwalbe, *Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft*. 1878.
 8. Sieveking, *Morphologische Arbeiten*. 1892.
-

Spiegazione delle figure.

(I disegni sono eseguiti alla camera lucida. Micr. Reichert.)

- Fig. 1. Sezione a mano tangenziale alla superficie della cartilagine e comprendente cartilagine e pericondrio trattati con nitrato d'argento. Glicerina. Oc. 4. Ob. 8a.
- Fig. 2. Sezione tangenziale alla superficie della cartilagine e pericondrio e comprendente i due tessuti Liquido di Müller. Acqua. Oc. 4. Ob. $\frac{1}{12}$ immers. omog.
- Fig. 3. Pericondrio trattato col nitrato d'argento e strappato dalla cartilagine. Limiti cellulari segnati da linee nere corrispondenti alla sostanza cementante intercellulare. Oc. 4. Ob. 8a.
- Fig. 4. Sezione perpendicolare alla superficie della cartilagine. Cartilagine e pericondrio. Alcool. Ematossilina, eosina, balsamo. Oc. 4. Ob. $\frac{1}{12}$ immers. omog.
-

Art, Ort und Zeit der Entstehung des Dottersackentoblasts bei verschiedenen Knochenfischarten.

Von

Fr. Kopsch.

(Mit 15 Figuren im Text.)

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
I. Einleitung	101
II. <i>Art</i> der Entstehung des Dottersackentoblasts	102
III. <i>Ort</i> der Entstehung des Dottersackentoblasts	103
1. Entstehung am Rand der Keimscheibe	103
a) <i>Crenilabrus pavo</i>	104
b) <i>Gobius minutus</i>	112
c) <i>Cristiceps argentatus</i>	113
d) <i>Belone acus</i>	114
e) <i>Labrax lupus</i>	114
2. Entstehung an der Unterfläche der Keimscheibe	114
3. Entstehung am Rande und an der Unterfläche der Keimscheibe.	114
a) bei <i>Trutta fario</i>	115
IV. <i>Zeit</i> der Entstehung des Dottersackentoblasts	121
V. Zusammenfassung der Ergebnisse	121
VI. Verzeichnis der angeführten Litteratur	123

I. *Einleitung.*

Dottersackentoblast ist die morphologische Bezeichnung für denjenigen Teil des Knochenfischembryos, welcher am bekanntesten ist unter den Namen Parablast (His), Periblast (Agassiz und Whitman), Dottersyncytium (H. Virchow).

Bei seiner Entstehung sind gesondert zu betrachten A) die Art, B) der Ort, C) die Zeit.

Art und *Ort* seiner Entstehung sind am häufigsten untersucht worden, der *Zeitpunkt* ist bisher nur bei *Belone acus* genau bestimmt worden. Bei diesem Knochenfische entsteht, wie ich festgestellt habe (Kopsch [9]), der Dottersackentoblast durch die X. Teilung.

Ueber *Art* und *Ort* der Entstehung des Dottersackentoblasts sind seit der ersten Beschreibung dieses embryonalen Organs verschiedene Ansichten ausgesprochen worden, ohne dass eine endgültige Entscheidung erreicht wurde.

Die sichere und beweisende Entscheidung dieser drei Punkte kann entweder durch fortlaufende Beobachtung desselben lebenden Eies oder durch systematische Verarbeitung einer lückenlosen Reihe conservierten Materials aus der Zeit der ersten Teilungen oder noch besser durch beide Untersuchungsweisen geführt werden; denn während die Beobachtung des lebenden Eies (bei geeignetem Material) schnell und leicht zum Ziele führt, besitzt die zweite Art eine grössere objective Beweiskraft namentlich durch die Möglichkeit des zahlenmässigen Nachweises der abgelaufenen Vorgänge. Dabei wird denn auch die Zeit der Entstehung des Dottersackentoblasts festgestellt.

Die Untersuchung der Eier verschiedener Knochenfischarten schien mir mit Rücksicht auf die genannten drei Punkte um so wünschenswerter zu sein, als auf Grund der Litteratur und eigner (noch unvollständiger) Erfahrungen zu erwarten war, dass ausser der Gleichheit in *Art* und *Ort* der Entstehung des Dottersackentoblasts auch eine gewisse zeitliche Uebereinstimmung sich herausstellen würde.

Zur Anstellung einer solchen Untersuchung kommt in erster Linie in Betracht die zoologische Station zu Neapel. Der Besuch derselben wurde mir möglich gemacht durch ein Stipendium aus der Gräfin Louise Bose-Stiftung und durch Gewährung eines Arbeitsplatzes seitens des preussischen Kultusministeriums.

Dem hohen Kultusministerium und dem Kuratorium der Gräfin Louise Bose-Stiftung sei dafür ehrerbietigst gedankt.

II. *Die Art der Entstehung des Dottersackentoblasts* soll hier um Wiederholungen zu vermeiden, nicht besonders behandelt werden. Die betreffenden Angaben finden sich in Abschnitt B. Hier sei nur

hervorgehoben, dass dieses embryonale Organ bei den von mir bisher untersuchten Knochenfischen, *Trutta fario*, *Gobius minutus*, *Cristiceps argentatus*, *Crenilabrus pavo* in genau derselben Weise entsteht, wie ich es vor kurzem bei *Belone acus* beschrieben habe, *indem eine Anzahl von Blastomeren, welche von Anfang der Furchung an sowohl unter einander als auch mit dem Protoplasma des Dottersackentoblasts zusammenhängen, ihre Individualität verlieren und mit einander völlig verschmelzend, erst ein Syncytium, dann ein Plasmodium bilden.*

Wenn sich nunmehr aus der Litteratur ergibt, dass derselbe Vorgang sicher nachgewiesen worden ist bei *Ctenolabrus coeruleus* (Agassiz und Whitman [1]), *Serranus atrarius* (H. V. Wilson [21]), *Cristiceps argentatus* (Fusari [4]), *Labrax lupus* (H. E. Ziegler [24], Raffaele [14]), so dürfte es wohl gerechtfertigt sein, *die angegebene Art der Entstehung des Dottersackentoblasts als die für Knochenfische typische zu betrachten*¹⁾, um so mehr als dieselbe auch noch für zahlreiche andere der bisher untersuchten Knochenfischeier nach den vorliegenden Abbildungen und Beschreibungen mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann.

III. Als Ort der Entstehung des Dottersackentoblasts sind angegeben worden a) der Rand der Keimscheibe, b) die Unterfläche, c) Rand und Unterfläche.

1. Am weitesten verbreitet ist nach den bisher gemachten Beobachtungen die *Entstehung am Rand der Keimscheibe*. So ist es

¹⁾ Bei *Perca fluviatilis* hat vor kurzem Derjugin [3] beschrieben, wie der „centrale Parablast“ sich dadurch bildet, „dass einige Zellen der in Teilung begriffenen Keimscheibe mit dem centralen Protoplasma verschmelzen und ihre Kerne zu Kernen des definitiven centralen Parablasts werden“, während der Process am Rande der Keimscheibe genau in der von mir beschriebenen Weise verläuft. Ein Urteil über diese Entstehung des centralen Teils des Dottersackentoblasts möchte ich mir ohne eigene Untersuchung auf Grund der kurzen Mitteilung des Autors nicht erlauben. Hingegen kann ich jedoch meine Anschauung, welche gegründet ist auf fünf von mir selber und auf drei von anderen Autoren untersuchten Knochenfischarten, einstweilen durch Derjugins Beschreibung nicht beeinflussen lassen, um so weniger, als aus der Arbeit dieses Autors nicht zu ersehen ist, ob die Verarbeitung des Materials den von mir aufgestellten Forderungen (entweder fortlaufende Beobachtung desselben lebenden Eies oder systematische Verarbeitung einer lückenlosen Reihe konservierten Materials) entspricht.

bei *Belone acus*, *Gobius minutus*, *Cristiceps argentatus*, *Crenilabrus pavo*, wie ich aus eigener Beobachtung weiss, und wie es aus der Litteratur hervorgeht bei *Ctenolabrus coeruleus*, *Serranus atrarius*, *Labrax lupus*.

Bei allen sieben genannten Knochenfischarten sind es ausschliesslich die Randsegmente, welche in die Bildung des Dottersackentoblasts eingehen.

a) Die übersichtlichsten Bilder dieses Vorgangs erhält man bei Untersuchung des lebenden Eies von *Crenilabrus pavo*. Der Vorzug dieser Species vor den anderen von mir beobachteten besteht darin, dass, abgesehen von der hellen, durchsichtigen Eischale, 1. die Keimscheibe einen relativ grossen Teil der Eikugel bildet, wodurch es möglich wird, je nach der Einstellung des Mikroskops entweder den halben Rand oder den optischen Querschnitt der Keimscheibe zu übersehen bei genauer Profilstellung des in natürlicher Lage befindlichen Eies; dass 2. der Dotter glashell und durchsichtig ist und 3. das Ei mittels einer klebenden Hülle an benachbarten Gegenständen fest haftet und deshalb in Zieglers Compressorium (H. E. Ziegler [23]) ohne jeden Druck, bei fliessendem Wasser beobachtet werden kann. Durch das Zusammenwirken aller dieser Umstände wird es möglich, die Furchung und die Entstehung des Dottersackentoblasts in einer für den Unterricht vorzüglich geeigneten Weise in Abbildungen des ganzen Eies darzustellen. Dies rechtfertigt wohl zur Genüge die Beibringung der zahlreichen Abbildungen.

Es folgt nunmehr als Erläuterung der Figuren die kurze Beschreibung der Furchung, wie sie bei Profilstellung des lebenden Eies zu beobachten ist. Die eingehende Beschreibung der Schnittbilder behalte ich mir für später vor.

Die Beschickung des unteren Teils des Compressoriums mit den Eiern und die Befruchtung erfolgen kurz hintereinander. Der untere Teil des Compressoriums liegt in einer Schale voll Seewasser. Die dem reifen Weibchen durch Streichen entleerten Eier werden durch eine Bewegung des Wassers mittels Hornspatels in dünner, möglichst gleichmässiger Lage über das Compressorium verteilt. Sie haften nach wenigen Sekunden fest an der Unterlage. Mit dem Zu-

satz und der Verteilung reifen Spermas über die Eier ist der erste Teil der Vorbereitungen beendet.

Nach ungefähr 5—10 Minuten wird der mit den Eiern beschickte Teil des Compressoriums senkrecht gestellt oder aufgehängt, damit sich Eier und Keimscheiben in die zur Beobachtung notwendige Richtung einstellen.

Zwei Stunden nach der Befruchtung legt man die beiden Hälften des Compressoriums aufeinander und bringt die Durchströmung in Gang. Darnach wird das Compressorium an dem senkrecht stehenden Tisch des umgelegten Mikroskops befestigt. Zwei Thermometer bestimmen die Temperatur des zufließenden und des abfließenden Wassers. Letzteres ist infolge des langsamen Strömens durch die Schlauchleitungen und den Apparat um 1—2° C wärmer als das Wasser des Reservoirs.

Die Skizzen zu den folgenden Figuren sind angefertigt mit Hülfe des Zeichenoculars der Firma Leitz, bei welchem das Mikroskop nur 45° gehoben zu werden braucht. Dies ist insofern von Bedeutung, als beim völligen Aufrichten des Mikroskops, wie es andere Zeichenapparate erfordern, die Eier eine sehr starke Neigung zu Drehung haben. Bei einer kurzen Aufrichtung des Mikroskops um 45° drehen sich die Eier auf jüngeren Stadien fast gar nicht, in älteren Furchungs-Stadien nur in geringem Maasse und kehren bei Senkung des Mikroskops bald wieder in die richtige Lage zurück.

Die Befruchtung des Eies, von welchem die Figuren 1—12 gezeichnet sind, erfolgt um 10^h 15 am 22. April 1901 bei 13,3° C Wassertemperatur. Bei dieser Temperatur bleiben die Eier bis zur Zusammensetzung des Compressoriums und Anstellung der Durchströmung. Das abfließende Wasser zeigt 15° C und steigt in Zeit von neun Stunden langsam bis auf 15³/₄° C.

Die Vorgänge, welche zur Ansammlung des Protoplasmas an einem Eipol führen und welche schon von verschiedener Seite eingehende und richtige Darstellung gefunden haben, sollen nicht geschildert werden. Es sei nur hervorgehoben, dass die Concentrierung des Protoplasmas zu Anfang der ersten Teilung noch nicht abgeschlossen ist, sondern dass sie noch während der ersten Teilungen andauert.

Die *erste Furche* (Fig. 1) beginnt um 12^h 30, also 2¹/₄ Stunde nach der Befruchtung. Bei ihrem Einschneiden bilden sich zahlreiche Seitenfalten, welche im Winkel von ihr ausgehend über die der Furche benachbarten Flächen der weit auseinanderklaffenden Blastomeren verlaufen.

Die Gesamtheit dieser seitlichen Furchen entspricht dem Aussehen nach vollkommen dem *Faltenkranz* des Froscheies und soll deshalb mit demselben Namen belegt werden. Er ist bei keinem anderen der mir bekannten Knochenfischeier so kräftig und deutlich ausgeprägt.

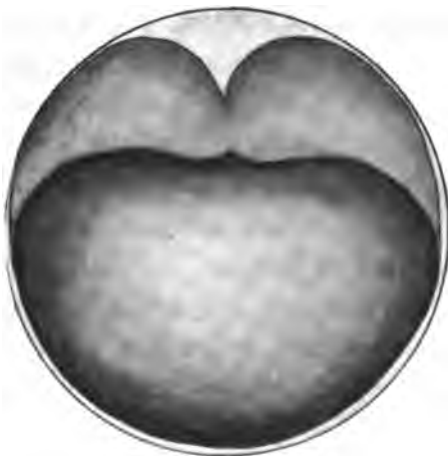


Fig. 1. (Maassstab 100 : 1.)

Noch zur Zeit der X. Teilung ist er bei Beginn der Protoplasmadurchschnürung deutlich zu erkennen und bedingt bei der Synchronie der Teilung aller Blastomeren durch die unregelmässige Lichtbrechung eine gewisse Trübung der Keimscheibe, welche zur Zeit der beginnenden Protoplasmadurchschnürung eintritt und nach beendigter Teilung wieder verschwunden ist. Auf die Frage, warum gerade bei *Crenilabrus*

pavo der Faltenkranz so stark ausgebildet ist, wirft vielleicht die Thatsache ein gewisses Licht, dass die Protoplasmastrahlen der Zellen von bedeutender Dicke sind. Vielleicht liegt hier ein günstiges Material vor zur Bearbeitung der Frage nach der Insertion und der mechanischen Wirkung der organischen Radien.

Der Uebergang der beiden ersten Blastomeren in das periphere Protoplasma des Dottersackentoblasts erfolgt ganz allmählich, da die Concentrierung des Protoplasmas der Keimscheibe noch nicht vollendet ist. Dass dies noch stattfindet, kann man direkt beobachten an der Bewegung kleiner Protoplasmaeinschlüsse.

Die erste Furche schneidet nicht durch die ganze Dicke der Keimscheibe durch; zwischen ihrem unteren Ende und dem Dotter

bleibt eine schmale Brücke von Protoplasma, welche die beiden Blastomeren mit einander verbindet.

Während des Ablaufs der I. Teilung klaffen die beiden Blastomeren immer breiter aus einander (Fig. 1 — 15 Min. nach Beginn der Protoplasmateilung), so dass sie gegen Ende der Teilung durch eine weite Rinne von einander geschieden sind und nur durch die eben erwähnte dünne Protoplasmabrücke, welche den Boden der ersten Furche bildet, mit einander zusammenhängen. Damit ist der geeignete Zeitpunkt für Experimente, bei welchen eine Blastomere zerstört werden soll, erreicht; denn 35 Minuten nach Beginn der ersten Furche tritt wieder eine allmähliche Aneinanderlagerung der beiden Blastomeren ein. Dieser Vorgang schreitet von unten nach oben so schnell fort, dass nach fünf Minuten die beiden Blastomeren sich schon wieder mit breiter Fläche berühren.

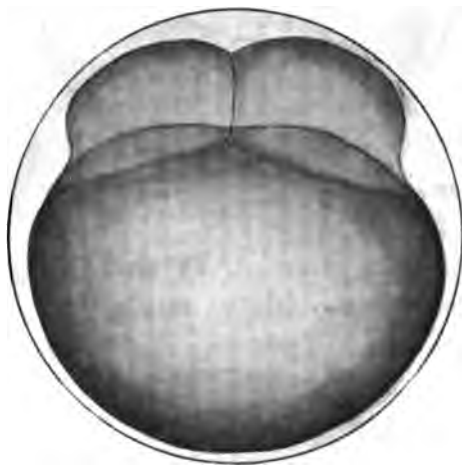


Fig. 2. (Maassstab 100:1.)

Die II. Teilung beginnt um 1^h 10, also 40 Minuten nach dem Anfang der I. Teilung. Das Durchschneiden der meridional verlaufenden und senkrecht zur ersten Furche stehenden Teilungsmembran ist ausgezeichnet zu beobachten. Man sieht sie bei dem hier beschriebenen Ei genau von der Fläche als sichelförmiges Gebilde, dessen unterer Rand schnell vorschreitet und 10 Minuten nach Beginn der II. Teilung schon ungefähr $\frac{2}{3}$ der Keimscheibendicke durchschnitten hat (Fig. 2 — um 1^h 20).

Nach Beendigung der Protoplasmateilung bilden sich, vom unteren Rand der ersten und der zweiten Teilungsmembran ausgehend, die Zellmembranen, welche die centralen Teile der vier Blastomeren vom centralen Abschnitt des Dottersackentoblasts trennen. Dadurch werden wohl die vier Blastomeren verhältnismässig beweglich, denn jetzt

erfolgen die Vergleitungen derselben gegen einander, welche immer vorhanden sind (Fig. 3 — 35 Minuten nach Beginn der II. Teilung).

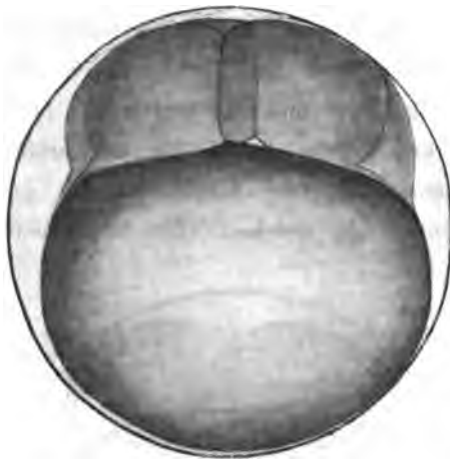


Fig. 3. (Maassstab 100 : 1.)

blasts zu sehen. 1^h 55 sind die Kerne aller acht Blastomeren als kleine blass-rötliche Bläschen zu sehen. Dieselben werden all-

mählich grösser und sind 2^h 8 plötzlich verschwunden. 2^h 20 liegen die Blastomeren dicht an einander (Fig. 4).

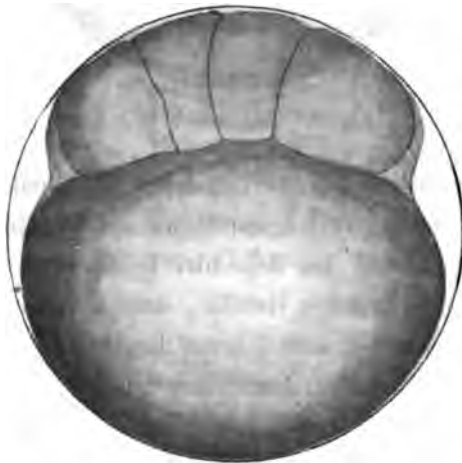


Fig. 4. (Maassstab 100 : 1.)

Die *III. Teilung* beginnt 1^h 49. Die zwei Teilungsmembranen verlaufen parallel zur ersten Furche und sind in ihren Anfängen bei Einstellung auf die Ebene der zweiten Teilungsmembran deutlich zu erkennen. Nach Ablauf der Protoplasmateilung ist an dem basalen Teil der linken und rechten Blastomeren deutlich der Zusammenhang mit dem centralen und mit dem peripheren Protoplasma des Dottersackentoblasts zu sehen.

2^h 30 setzt die *IV. Teilung* ein, deren zwei Teilungsmembranen parallel zur zweiten Furche verlaufen. Dadurch entstehen vier centrale und zwölf peripherische Blastomeren. Die vier centralen werden im Verlauf dieser Teilung zu allseitig abgegrenzten *Zellen* dadurch, dass die bei der zweiten Teilung

begonnene Abgrenzung des centralen Protoplasmas des Dottersackentoblasts die ganze Grundfläche dieser vier centralen Zellen betrifft; die zwölf peripherischen Blastomeren sind *Randsegmente*.

welche sowohl mit dem centralen wie mit dem peripheren Protoplasma des Dottersackentoblasts zusammenhängen. Zwischen den vier centralen Zellen und dem centralen Protoplasma des Dottersackentoblasts entstehen mit Flüssigkeit gefüllte Räume (Fig. 5 — 7 Minuten vor Beginn der V. Teilung).

Eine weitere Besonderheit, welche schon von der I. Teilung an vorhanden ist, nunmehr aber besonders deutlich wird, ist die ungleiche Mächtigkeit des linken und des rechten Teils der Keimscheibe. Diese Ungleichheit bleibt auch auf den folgenden Stadien (Fig. 1—12) bestehen; sie äussert sich am deutlichsten an dem Contour der Keimscheibe. Ueber ihre Bedeutung könnte ich höchstens Vermutungen beibringen, und deshalb beschränke ich mich darauf, hervorzuheben, dass sie von der ersten Teilung an vorhanden ist, sich bis zum Stadium der Morula erhält und von mir an zahlreichen Eiern beobachtet wurde.

Die V. Teilung erfolgt 3^h 7 (Fig. 6). Nunmehr wird die Keimscheibe in ihrem centralen Teil zweischichtig, wie sie auch noch nach der VI. Teilung (Fig. 7) bleibt, welche 3^h 45 beginnt. Erst durch die VII. Teilung (Fig. 8) um 4^h 25 wird sie drei Zellenlagen hoch. Während dieser drei Teilungen sind grössere Lücken zwischen den Blastomeren vorhanden und zwar

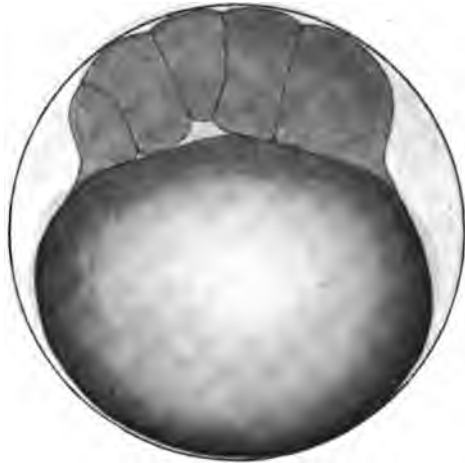


Fig. 5. (Maassstab 100 : 1.)

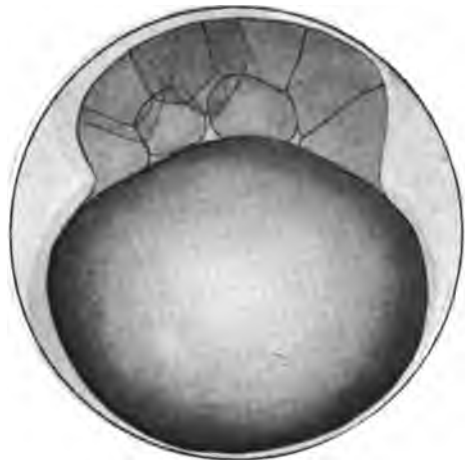


Fig. 6. (Maassstab 100 : 1.)

vornehmlich zwischen dem centralen Protoplasma des Dottersackentoblasts und der angrenzenden Zellenlage. Der Zusammenhang der

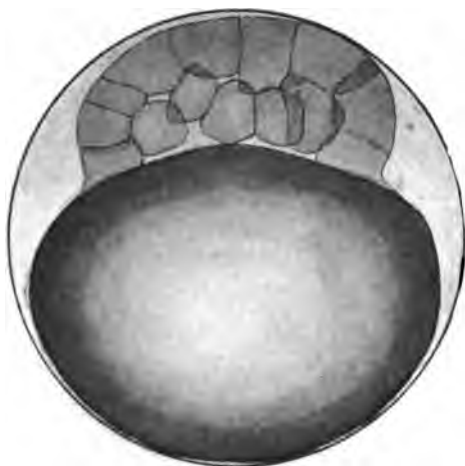


Fig. 7. (Maassstab 100:1.)

Randsegmenten und am centralen Protoplasma des Dottersackentoblasts. Das letztere ist eine dünne, zarte Lage, welche nur in Ver-

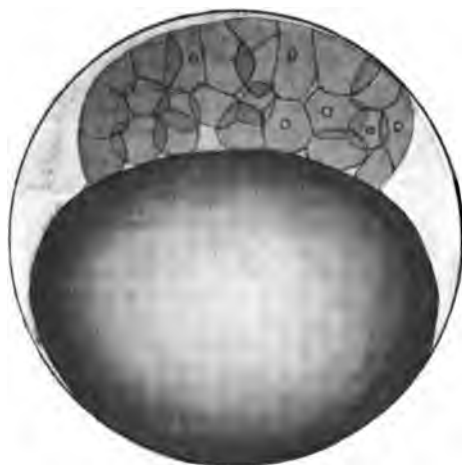


Fig. 8. (Maassstab 100:1.)

Randsegmente mit dem centralen und mit dem peripheren Protoplasma des Dottersackentoblasts ist bei Einstellung des optischen Mittelschnittes sehr deutlich.

Durch die *VIII. Teilung*, welche 5^h 3 einsetzt, wird der Keim vierschichtig; die Lücken zwischen den Blastomeren werden kleiner. (Fig. 9.)

Von der nächsten *IX. Teilung* an betrachten wir in erster Linie die Zustände an den Randsegmenten und am centralen Protoplasma des Dottersackentoblasts. Das letztere ist eine dünne, zarte Lage, welche nur in Verbindung steht mit der Dotterkugel und den Randsegmenten, während sie von den Zellen des Keims deutlich getrennt ist.

Die Zahl der Randsegmente (Fig. 10 — um 5^h 45) beträgt 15.

Bei der *X. Teilung* (Fig. 11 — um 6^h 45) werden in den Randsegmenten zwei Kerne gebildet, genau zu gleicher Zeit wie in allen Zellen der Keimscheibe. Die Protoplasteileung beginnt, wird aber nicht be-

endet, so dass innerhalb der Randsegmentgrenzen zwei Kerne liegen. Die Zahl derselben beträgt nach mehrfachen Zählungen an verschiedenen Eiern aus verschiedenem Material 30—34. Die Teilungs-

richtung aller 15 (oder 16) Randsegmentkerne, welche am Ende der IX. Teilung vorhanden sind, ist zwar nicht vollkommen gleich, doch sind die Unterschiede so gering, dass am Ende der X. Teilung gleichfalls nur *eine* Reihe von Kernen im Dottersackentoblast vorhanden ist, deren Zahl allerdings gegenüber den Randsegmentkernen der IX. Teilung verdoppelt ist. Diese Beobachtung lehrt, dass das Vorhandensein *einer* Reihe von Kernen im Dottersackentoblast bei irgend einer Knochenfischkeimscheibe nicht als Kriterium dafür gelten kann, dass der betreffende Keim sich noch vor der Bildung des Dottersackentoblasts befindet. Ein sicheres Urteil hierüber kann nur aus der Beobachtung wenigstens zwei vorhergehender Teilungen gewonnen werden.

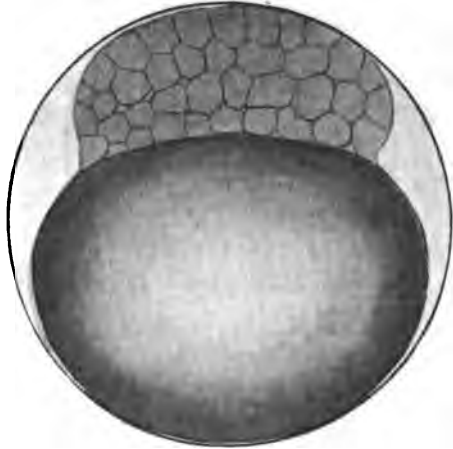


Fig. 9. (Maassstab 100 : 1.)

Erst durch die *XI. Teilung* (Fig. 12 — um 7^h 25) entstehen zwei Reihen von Kernen im Dottersackentoblast. Während dieser Teilung verschwinden die noch vorhandenen schwachen Reste der früheren Randsegmentgrenzen, während die Deckschicht, welche schon bei der X. Teilung deutlich ist, am Umkreis der Keimscheibe dem Dottersackentoblast anliegt.



Fig. 10. (Maassstab 100 : 1.)

Das centrale Protoplasma des Dottersackentoblasts liegt, wie Schnittbilder zeigen, als dünne Lage unter der Keimscheibe ohne Kerne und ohne Verbindung mit irgend welchen Zellen derselben.

Somit stammen bei *Crenilabrus pavo* die Kerne des Dottersackentoblasts lediglich von den Randsegmenten. Das Protoplasma desselben stammt 1. von dem centralen, 2. von dem peripheren Protoplasma des Dotter-

sackentoblasts, 3. von dem Protoplasma der 15 (16) Randsegmente, welche am Anfang der X. Teilung vorhanden sind.

Ich habe mich bei dieser Schilderung etwas länger aufhalten müssen, als es dem Charakter dieser Mitteilung entspricht. Ich glaube dies dadurch entschuldigen zu können, dass ich es erstens vermeiden wollte, oftmals auf meine Arbeit über *Belone acus* hinweisen zu müssen, worunter die Einheitlichkeit

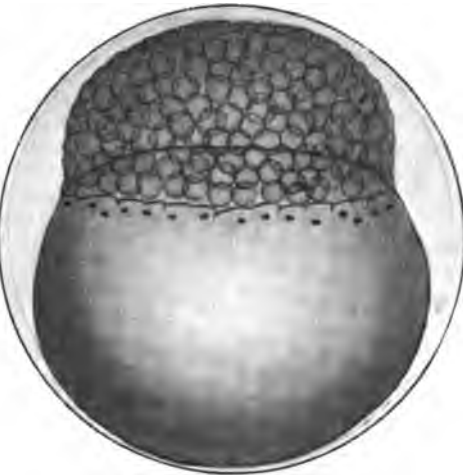


Fig. 11. (Maassstab 100 : 1.)

dieser Mitteilung gelitten hätte, und zweitens, weil es mir angebracht schien, die hier abgebildeten Figuren, welche ich mit Rücksicht auf

die Bedürfnisse des Unterrichts angefertigt habe, nicht ohne erläuternden Text hinzustellen. Die folgenden Beschreibungen an anderen Knochenfischarten sollen nur das Uebereinstimmende und das Abweichende enthalten.

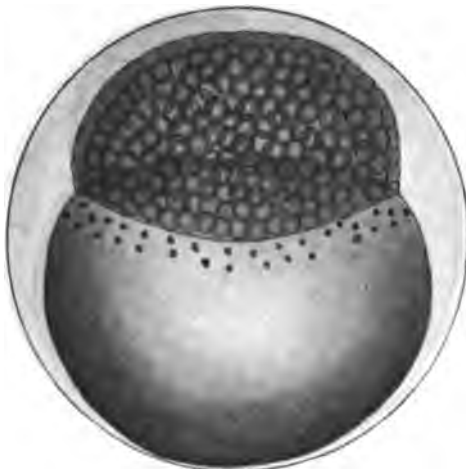


Fig. 12. (Maassstab 100 : 1.)

b. Bei *Gobius minutus* ist es kaum möglich, die Entstehung des Dottersackentoblasts am lebenden Ei in der Weise wie bei *Crenilabrus pavo* zu beobachten. Obwohl Ei und

Keimscheibe der Grösse nach ebensogut dazu geeignet wären, hindert ein grosser Haufen kleinerer und grösserer Oelkugeln, welche im Innern des Dotters liegen, durch starke Lichtbrechung die Beobachtung

des *ganzen* Randes. Man muss deshalb zufrieden sein, an einem geeigneten Ei die Synchronie der Teilungen feststellen und *einige* Randsegmente beobachten zu können.

Es zeigt sich hier, dass bis zur X. Teilung völlige Gleichzeitigkeit der Teilung sowohl der Zellen wie der Randsegmente besteht, dass die Randsegmente ebenfalls am Ende der X. Teilung in die Bildung des Dottersackentoblasts eintreten, wie ich es bisher bei *Belone* und *Cristiceps* geschildert habe, und dass die Kerne des Dottersackentoblasts nur von den Randsegmenten stammen, während das Protoplasma desselben aus drei Quellen stammt, 1. aus dem centralen, 2. aus dem peripheren Protoplasma des Dottersackentoblasts, 3. aus dem Protoplasma der Randsegmente, welche am Anfang der X. Teilung vorhanden sind.

c) *Cristiceps argentatus* ist von Fusari [4] eingehend untersucht worden. Die Abfurchung und Entstehung des Dottersackentoblasts werden in vollkommen zutreffender Weise geschildert und aufgefasst, denn auch nach meinen Befunden am lebenden Ei wie an Schnittserien entsteht der Dottersackentoblast nur am Rande der Keimscheibe in derselben Weise wie bei den hier schon geschilderten Knochenfischen. In Einzelheiten sind allerdings geringe Abweichungen vorhanden, denn bei diesem Knochenfische sind schon bei der IX. Teilung einige Kerne im peripheren Protoplasma des Dottersackentoblasts vorhanden, wenngleich die Hauptmasse der Kerne des Dottersackentoblasts auch hier durch die X. Teilung geliefert wird.

Zur Beobachtung im lebenden Zustande ist dies relativ grosse Knochenfischei zwar nicht so sehr geeignet, als das Ei von *Crenilabrus pavo*, es gehört jedoch zu den besten, welche mir vorgekommen sind, denn die Eihülle ist glasklar, der Dotter durchsichtig und frei von kleinen störenden Fetttropfen, und die Haftfäden, welche zu einem Schopf vereinigt sind, brauchen bei geeigneter Lagerung des Eies die Beobachtung nicht zu stören. Unangenehmer ist die verhältnismässig grosse Empfindlichkeit der Eier gegen Druck. Ohne Anwendung einer geringen Compression kann man jedoch die Eier nicht in der zur Beobachtung geeigneten Lage festhalten und da geschieht es denn leicht, dass die Protoplasimahülle des Dotters an irgend einer Stelle einen

kleinen Riss bekommt und dass von dieser Stelle aus der Dotter gerinnt. Dies erkennt man daran, dass von einer Stelle der Eikugel sich die vorher durchsichtige Dottermasse trübt unter Erscheinung einer wabigen Structur. Solche Eier soll man nicht weiter beobachten, denn obwohl die Gerinnung verhältnismässig langsam fortschreitet und die Entwicklung noch durch einige Teilungen andauert, so geht das Ei doch nach kürzerer oder längerer Zeit zu Grunde.

d) Für *Belone acus* citiere ich die Zusammenfassung aus meiner ausführlichen Arbeit [9, S. 103] „Der Dottersackentoblast entsteht . . . als directe Folge der Furchung. Er setzt sich zusammen aus drei Quellen, 1. aus dem centralen, 2. aus dem peripherischen Protoplasma (sc. des Dottersackentoblasts), 3. aus dem Protoplasma und den Kernen der Randsegmente des X. Teilungsvorgangs.

e) Auch bei *Labrax lupus* kann ich auf Grund eigener Untersuchungen, welche allerdings nur in der Verarbeitung conservierten Materials bestehen, die Befunde von H. E. Ziegler [24] und Raffaele [14] bestätigen, dass die Kerne des Dottersackentoblasts nur von den Randsegmenten der Keimscheibe abstammen.

2. Die *Entstehung des Dottersackentoblasts an der Unterfläche der Keimscheibe* findet sich nach M. v. Kowalewski [10] bei *Carassius auratus*. Nach den Abbildungen dieses Autors scheinen jedoch auch die Randsegmente an der Bildung des Dottersackentoblasts teilzunehmen, so dass dieser Knochenfisch in die nächste Gruppe gehören würde. In letztere sind alle Arten einzuordnen, bei welchen der Dottersackentoblast an der ganzen Keimbasis entsteht, während in diese Gruppe nur diejenigen gehören, bei welchen der Dottersackentoblast an irgend einem grösseren oder kleineren Bezirk der Keimbasis oder an der ganzen Basis mit Ausnahme des Randes entsteht. Ob eine Entstehung ohne Beteiligung der Randsegmente vorkommt, ist nach dem bisher vorliegenden Thatachenmaterial sehr unwahrscheinlich, denn den von Wenckebach [20] von einem unbestimmten pelagischen Ei von 1,9 mm Durchmesser und von Lwoff [12] für *Inilis* gegebenen Beschreibungen fehlen die nötigen Beweise.

3. Die *Entstehung des Dottersackentoblasts am Rand und an*

der Unterfläche der Keimscheibe findet sich ausser bei den Salmoniden bei *Perca fluviatilis* (Derjugin [3], s. Anm. S. 103).

a) Bei *Trutta fario*, an welcher ich zusammen mit Herrn Dr. von Oppel, Stabsarzt an der Militär-medizinischen Akademie zu St. Petersburg, meine Untersuchung angestellt habe, entsteht der Dottersackentoblast am Ende der XI. Teilung und zwar 1. am Rande, 2. an einem excentrisch gelegenen Bezirk der Unterfläche. Dadurch entsteht das centrale Syncytium und das Randsyncytium von H. Virchow.

Ueber die Art der Entstehung haben wir auch bei diesem Material dieselben beiden entgegengesetzten Anschauungen, welche die Litteratur über die vorher besprochenen Knochenfische aufweist. Auf der einen Seite sehen wir die Meinung vertreten, dass Zellen des zelligen Keims mit der Protoplasmarinde des Dotters verschmelzen (Oellacher [13], Samassa [16], Sobotta [17]), auf der anderen Seite stehen die Autoren, nach welchen die untere syncytische Lage der Blastomeren mit dem Dotter von Anfang an zusammenhängt und eine Zeitlang durch Abfurchung Zellen an den zelligen Keim abgibt, bis dies schliesslich aufhört und die neu entstandenen Kerne des Syncytiums in dem gemeinsamen Protoplasma verbleiben (C. K. Hoffmann [7], H. Virchow [18], Berent [2], His [6]).

Indem ich mir die eingehende Besprechung der Litteratur für die ausführliche Darstellung der Salmoniden-Furchung vorbehalte, werde ich in der folgenden Schilderung nur auf einige Punkte näher eingehen, deren Besprechung nicht umgangen werden darf.

Das Material, auf welches meine Schilderung sich stützt, stammt von der Königl. Fischzucht-Anstalt in Hünningen, deren Leiter Herr Commissionsrat Haak seit langen Jahren allen unseren Wünschen in dankenswerter Bereitwilligkeit entgegengekommen ist.

Um eine möglichst grosse Gleichartigkeit der Eier zu haben, werden nur Eier eines Weibchens benutzt, mit dem Sperma eines Männchens befruchtet.

Da die Beobachtung des lebenden Eies nicht möglich ist wegen ungenügender Durchsichtigkeit der Eischale, bleibt nur die zweite (beweiskräftige) Art der Materialverarbeitung übrig: die Gewinnung und Durcharbeitung einer fortlaufenden Reihe conservierten Materials aus

der Zeit der ersten Teilungen. Hierbei sind einige Schwierigkeiten zu überwinden. Zunächst handelt es sich darum, festzustellen, wie viel Zeit die einzelne Teilung in Anspruch nimmt, um darnach die Conservierungszeiten festzusetzen. Aus Mangel an Vorarbeiten (anderer Forscher sowie eigener) für diesen Punkt suchte ich mir mit folgender Ueberlegung zu helfen. Eine Teilung dauert bei dem relativ grossen Ei von *Belone acus* bei 18—19° C ungefähr eine Stunde; bei den hier benutzten Forelleneiern, welche sich bei 10° C entwickelten, dürfte sie vielleicht die doppelte Zeit in Anspruch nehmen. Deshalb wird jede Stunde eine Anzahl von Eiern conserviert. Es zeigt sich nun bei den ersten Teilungen, dass die zu einer Teilung nötige Zeit noch grösser ist; sie beträgt bei ca. 10° C 3—4 Stunden. Da nun aber kein Anhaltspunkt dafür vorhanden war, zu welcher Zeit die Entstehung des Dottersackentoblasts eintritt, so musste die Conservierung fortgesetzt werden bis zu einem Stadium, in welchem nach der vorhandenen Litteratur der Dottersackentoblast schon vorhanden ist. Dieses Stadium wurde am Anfang des vierten Tages erreicht. Herr von Oppel und ich haben deshalb 53 Stunden lang ohne Unterbrechung zu jeder Stunde, Tag und Nacht, eine Anzahl Eier conserviert und dann noch siebenmal in Zwischenräumen von 3—5 Stunden. Dabei hat uns Herr Dr. Fr. Frohse in liebenswürdiger Weise geholfen.

Von den 40 ersten Portionen des so gewonnenen Materials wurden je vier Serien geschnitten (zwei von Herrn von Oppel, zwei von mir), und da ergab sich bei Berücksichtigung der Kernteilung und Auszählung der vorhandenen Kerne bei einer grösseren Anzahl von Keimscheiben, dass auch bei der Forelle bis zur XI. Teilung eine fast vollkommene Synchronie der Kern- und Zellteilung besteht, welche die Abgrenzung der einzelnen Teilungen von einander sehr erleichtert. Die Synchronie hält bei diesem Material wahrscheinlich sogar noch länger an als bei den anderen von mir darauf untersuchten Knochenfischeiern; sichere Angaben darüber kann ich jedoch erst nach systematischer Untersuchung der folgenden (XII., XIII.) Teilungen machen.

Die Schilderung der thatsächlichen Befunde muss beginnen mit einer Würdigung der scharfen, mit Eisen-Haematoxylin intensiv schwarz werdenden Linie, welche die Grenze des Keims gegen den Dotter

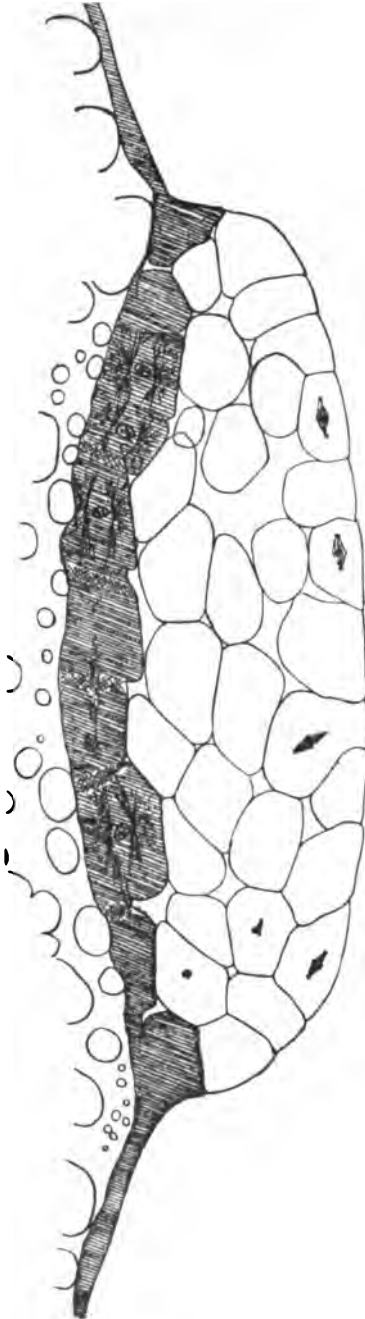
bildet. Diese „untere Grenzlinie“ ist von fast allen Autoren beschrieben worden, welche Furchungsbilder des Salmonidenkeims untersucht haben (Oellacher [13, S. 382—386], Klein [8, S. 115], H. E. Ziegler [22], Henneguy [5, S. 457], Samassa [16, S. 194], Sobotta [17, S. 549], His [6, S. 405]).

Sobotta [17, S. 543] legt ihr eine grosse Bedeutung bei, denn sie trennt von Anfang an „den Keim unten und seitlich von einer dünnen Lage von Protoplasma ab, das die ganze Dotterkugel umgibt“. „Niemals [17, S. 544] bereits gegen Ende der Befruchtung, nicht mehr hängt der Teleostierkeim im Beginn der Furchung mit diesem Protoplasma noch zusammen.“ Diese Auffassung ist dann der Grund, weshalb Sobotta den Dottersackentoblast durch Verschmelzung von Zellen des gefurchten Keims mit der den Dotter einhüllenden dünnen Protoplasmaschicht entstehen lässt.

Die untere Grenzlinie ist selbst am ungefärbten Präparat zu sehen und durch Eisenhaematoxylin sehr deutlich darstellbar, aber sie ist nicht die Grenze des Keims gegen eine dünne, den Dotter überziehende Protoplasmaschicht, sondern ist 1. eine Art von Grenze zwischen der Oberfläche des Dotters und dem Protoplasma des Keims. Sie ist 2. keine vollkommen geschlossene Membran, sondern hat grössere und kleinere Defekte und 3. besteht sie auf verhältnismässig frühen Furchungsstadien (VI, VII etc.), also lange Zeit vor Entstehung des Dottersackentoblasts nur aus einzelnen Fäden. Die untere Grenzlinie hat also weder ihrem Bau noch ihrer Lage nach die Bedeutung einer Grenzmembran des zelligen Keims gegen die dünne, die Dotteroberfläche überziehende Protoplasmaalage.

Den Ablauf der Furchung hat His [6] in seiner Mitteilung „über Zellen- und Syncytienbildung“ in Bezug auf die thatsächlichen Zustände wohl am richtigsten und besten von allen vorhergehenden Untersuchern geschildert. Von meinen eignen Befunden will ich hier über die ersten acht Teilungen nur das sagen, was direkt in Beziehung steht zum Thema dieser Mitteilung. Die *Zellmembranbildung* schreitet bei *keiner* Teilung bis zu der besprochenen unteren Grenzlinie vor. Sie erstreckt sich bis zum Ende der IV. Teilung nur bis zur Mitte der Keimscheibendicke. In den basalen Abschnitten der Keim-

Fig. 18. *Trutta fario*. Anfang der IX. Teilung. 65. Schnitt von 126 μ 10 μ . Maßstab 100:1.



scheibe werden nur „Diasteme“, um den treffenden, handlichen Ausdruck von His zu gebrauchen, gebildet, d. h. Grenzschichten, welche die einzelnen Zellenterritorien abzugrenzen erlauben, durch welche jedoch sämtliche Territorien direkt mit einander zusammenhängen. Diese Diasteme reichen bis zur unteren Grenzschicht.

Erst am Ende der V. Teilung ist eine obere Lage von Zellen von einer unteren syncytischen Lage von Blastomeren getrennt. Bei den weiteren Teilungen werden nun von dieser unteren, die ganze Keimbasis einnehmenden syncytischen Lage fortdauernd neue Zellen abgegeben. Dadurch wird sie immer dünner, der zellige Keim dagegen mächtiger (Fig. 13—15).

Bei Beginn der IX. Teilung ist die syncytische Lage noch an der ganzen Basis der Keimscheibe (auch am Rande) vorhanden (Fig. 13). Nach Beendigung dieser Teilung beginnt eine Sonderung innerhalb dieser Lage. Der Ring der Randsegmente ist durch eine schmale und dünne ringförmige Zone abgegrenzt von einer centralen dickeren Lage (Fig. 14). Letztere liefert bei der XI. Teilung (Fig. 15) das centrale Syncytium von H. Virchow, während die Randsegmente zur Bildung des Randsyncytiums (H. Vir-

chow) dienen. Das centrale Syncytium liegt stets etwas excentrisch und variiert bei Eiern verschiedener Brut ganz ausserordentlich der Dicke nach. Beim vorliegenden Material ist es sehr dünn.

Der Dottersackentoblast entsteht bei der Forelle durch die XI. Teilung und zwar gleichzeitig sowohl am Rande wie an der Keimbasis. Bei einer Keimscheibe zähle ich um die Mitte der XI. Teilung 41 Randsegmente, bei einer anderen sind nach Beendigung der XI. Teilung 66 Kerne im peripheren Teil des Dottersackentoblasts vorhanden. Daraus folgt, dass nicht in allen Randsegmenten die beiden durch diese Teilung gebildeten Kerne zu Kernen des Dottersackentoblasts werden, sondern dass eine Anzahl Zellen auch noch in dieser Teilung abgefurcht werden. Dies macht auch der Zustand der Randsegmente in Fig. 15 sehr wahrscheinlich. Die Abfurchung scheint in allmählich geringer werdendem Maasse auch noch bei den folgenden Teilungen anzudauern. Dasselbe gilt auch von der Entstehung des centralen Teils vom Dottersackentoblast, doch ist die Abfurchung an dieser Stelle

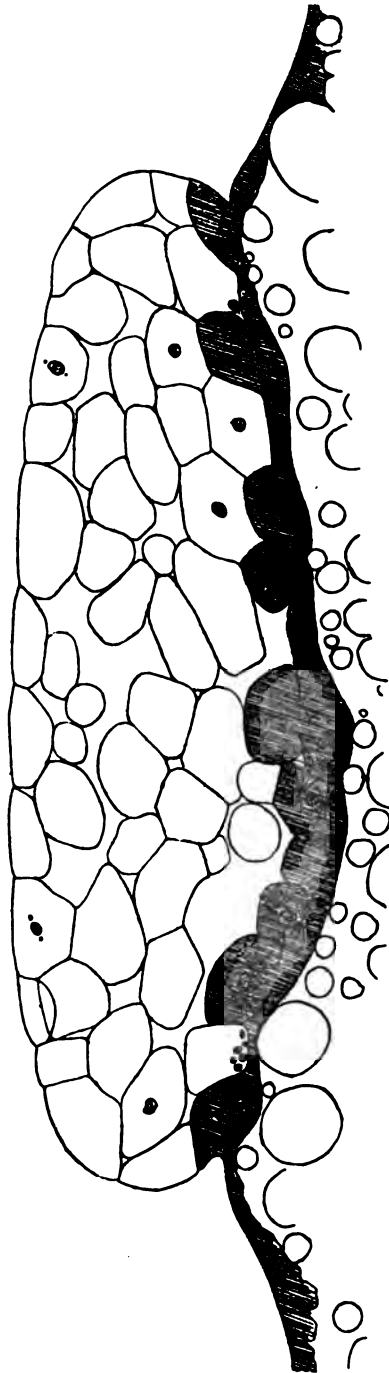


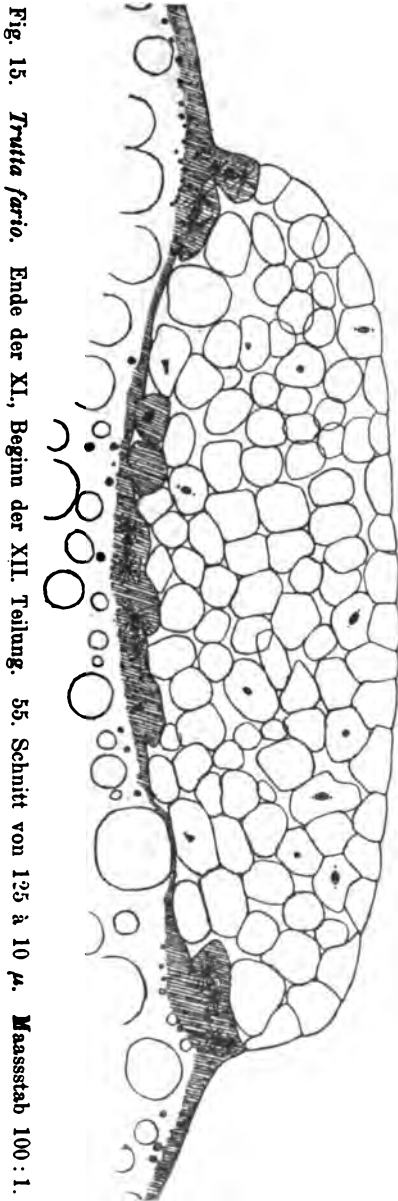
Fig. 14. *Trutta fario*. Beginn der X. Teilung. 66. Schnitt von 130 à 10 μ . Maassstab 100:1.

geringer. Alles was frühere Autoren als Bilder der Verschmelzung gedeutet haben, ist somit im entgegengesetzten Sinne nur der Ausdruck der noch über die XI. Teilung andauernden Abfurchung.

Die geschilderte Art der Entstehung des Dottersackentoblasts erweist die Berechtigung der Unterscheidung H. Virchows [18, 19] zwischen centralem Syncytium und Randsyncytium, welche Samassa [16] seiner Zeit in Zweifel zog, nachdem es ihm nicht geglückt war, das centrale Syncytium H. Virchows zu finden.

Unter Verweisung auf die Figuren 13—15 hebe ich hervor, dass ursprünglich (bis zur IX. Teilung) die syncytische Lage der Blastomeren an der *ganzen* Keimbasis vorhanden ist (Fig. 13), dass aber am Ende der X. Teilung (Fig. 14) eine Trennung dieser Schicht in einen centralen und einen peripherischen Teil eintritt dadurch, dass an einer zum Rand concentrischen Zone infolge der Abfurchung nur noch eine dünne, kernlose Schicht von Protoplasma den Dotter bedeckt. Diese kernlose Zone wird bei der nächsten (XI.) Teilung auf Kosten des centralen Teils noch breiter, wodurch die Sonderung des centralen und peripherischen Teils

noch deutlicher wird. Da nun mit dieser Teilung auch die Abfurchung der Hauptsache nach aufhört, so sind zur Zeit seiner Entstehung am



Dottersackentoblast zwei gesonderte kernhaltige Abschnitte zu unterscheiden, ein centraler (centrales Syncytium H. Virchows) und ein peripherischer (Randsyncytium H. Virchows). Ersterer liegt jedoch nicht genau central, sondern stets etwas excentrisch.

IV. Die sicheren Angaben über *die Zeit der Entstehung des Dottersackentoblasts*, welche bis jetzt vorhanden sind, stammen sämtlich aus meinen Untersuchungen. Sie haben eine überraschende zahlenmässige Uebereinstimmung bei sehr verschiedenen Knochenfischspecies ergeben. Der Dottersackentoblast entsteht durch die X. Teilung bei *Gobius minutus*, *Crenilabrus pavo*, *Belone acus*; zu einem geringen Teil durch die IX., wesentlich aber auch durch die X. Teilung bei *Cristiceps argentatus* und durch die XI. Teilung bei *Trutta fario*.

Diese merkwürdige Uebereinstimmung dürfte wohl kaum zufällig sein. Freilich dürfte zur Zeit sich schwer etwas Bestimmtes daraus folgern lassen. Man kann wohl dabei auf den Gedanken kommen, dass sich auch auf anderen Gebieten ähnliche zahlenmässige Uebereinstimmungen finden werden und dass sie wohl dereinst im phylogenetischen Sinne verwendet werden können. Einstweilen entsteht der Wunsch, zur Erlangung einer breiteren Basis den Zeitpunkt der Entstehung des Dottersackentoblasts noch bei recht vielen Knochenfischarten kennen zu lernen. Nach dem vorliegenden Untersuchungsmaterial anderer Autoren und eignen fragmentarischen Befunden scheint mir auch bei *Labrax lupus*, *Ctenolabrus coeruleus*, *Serranus atrarius* und verschiedenen *Gobius*arten der Dottersackentoblast durch die X. Teilung zu entstehen.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die typische *Art* der Entstehung des Dottersackentoblasts bei Knochenfischen besteht darin, dass eine Anzahl von Blastomeren, welche von Anfang der Furchung an sowohl unter einander wie mit dem Protoplasma des Dottersackentoblasts zusammenhängen, ihre Individualität verlieren und mit einander völlig verschmelzend erst ein Syncytium, dann ein Plasmodium bilden.

2. Als *Ort* der Entstehung des Dottersackentoblasts sind nachgewiesen:
 - a) Der Rand der Keimscheibe (*Belone acus*, *Gobius minutus*, *Cristiceps argentatus*, *Crenilabrus pavo*, *Ctenolabrus coeruleus*, *Serranus atrarius*, *Labrax lupus*).
 - b) Der Rand und ein Teil der Unterfläche der Keimscheibe (*Trutta fario*).
 - c) (Die Entstehung an einem Teil der Unterfläche, welche theoretisch möglich ist, ist bisher nicht sicher nachgewiesen.)
 3. Als *Zeit* der Entstehung des Dottersackentoblasts hat sich ergeben: Das Ende der X. Teilung für *Belone acus*, *Crenilabrus pavo*, *Gobius minutus*; für *Cristiceps argentatus* zu einem kleinen Teil die IX., wesentlich die X. Teilung; für *Trutta fario* die XI. Teilung.
-

VI. Verzeichnis der citierten Arbeiten.

1. Agassiz, Alexander, and Whitman, C. O., On the Development of Some Pelagic Fish Eggs. Preliminary Notice. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. 1885. New Series. Vol. XII. p. 23—75. 1 Taf.
2. Berent, Waclaw, Zur Kenntnis des Parablasts und der Keimblätterdifferenzierung im Ei der Knochenfische. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1896. Bd. XXX. N. F. Bd. XXIII. S. 291—349. Taf. XVI—XVIII. 4 Textfig.
3. Derjugin, K. M., Beobachtungen über die ersten Stadien der Entwicklung bei den Eiern von *Perca fluviatilis* unter normalen und künstlichen Bedingungen. (Vorläufige Mitteilung.) T. 32 Trudy Imp. St. Peterburgskago Obshchestwa Estestwoispytateley. S. 7—14.
4. Fusari, Romeo, Sur les premières phases de développement des Téléostéens. Archives italiennes de Biologie. 1893. Taf. XVIII. S. 204—239.
5. Henneguy, Félix, Recherches sur le développement des poissons osseux. Embryogénie de la truite. Journal de l'Anat. et de la Physiol. Année 24. 1888. p. 412—502, 525—617. Taf. XVIII—XXI. 28 Textfig.
6. His, Wilhelm, Ueber Zellen- und Syncytienbildung. Studien am Salmonidenkeim. Des XXIV. Bandes der Abh. d. math.-phys. Cl. Kgl. sächs. Ges. Wiss. N. V. 1898. S. 401—468. 41 Textfig.
7. Hoffmann, C. K., Ueber den Ursprung und die Bedeutung der sogenannten „freien“ Kerne in dem Nahrungsdotter bei den Knochenfischen. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1888. Bd. XLVI. S. 517—548. Taf. XXXV.
8. Klein, E., Observations on the Early Development of the Common Trout (*Salmo fario*). Quarterly Journal of microscopical Science. New Series. Vol. XVI. 1876. p. 113—131. Taf. VI.
9. Kopsch, Fr., Die Entstehung des Dottersackentoblasts und der Furchung bei *Belone acus*. Internat. Monatsschrift für Anat. u. Phys. Bd. XVIII. 1901. S. 43—127. 34 Fig.
10. Kowalewski, Miecz. von, Ueber die ersten Entwicklungsprozesse der Knochenfische. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1886. Bd. XLIII. S. 434 bis 480. Taf. XVII.
11. List, Joseph Heinrich, Zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische (Labriden). Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1887. Bd. XLV. S. 595—645. Taf. XXXI—XXXIII. 9 Textfig.
12. Lwoff, B., Die Bildung der primären Keimblätter und die Entstehung der Chorda und des Mesoderms bei den Wirbeltieren. Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1894. p. 57—137, 160—256. Taf. I—VI.

13. Oellacher, Joseph, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1872. Bd. XXII. Cap. I, II. S. 373—421. Taf. XXXII, XXXIII und 1873. Bd. XXIII. Cap. III—V. S. 1—115. Taf. I—IV. 1 Textfig.
14. Raffaele, Frederico, Osservazioni intorno al sincizio perilecitico delle uova dei Teleostei. Bolletino della società di Naturalisti di Napoli. 1898. Vol. XII anno XII. p. 33—69. Taf. II.
15. Rauber, A., Neue Grundlegungen zur Kenntnis der Zelle. Morphologisches Jahrbuch. 1883. Bd. VIII. S. 293—338. Taf. XI—XIV.
16. Samassa, Paul, Studien über den Einfluss des Dotters auf die Gastrulation und die Bildung der primären Keimblätter der Wirbeltiere. III. Teleosteer. Archiv für Entwicklungs-Mechanik. 1896. Bd. III. S. 191—218. Taf. XII, XIII.
17. Sobotta, J., Die Furchung des Wirbeltiereies. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1897. Bd. VI. S. 498—593.
18. Virchow, H., Ueber das Dottersyncytium und den Keimhautrand der Salmoniden. Verhandl. der Anat. Gesellschaft Strassburg. 1894. S. 66—77. 8 Textfig.
19. — Dottersyncytium, Keimhautrand und Beziehungen zur Conrescenzlehre. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1897. Bd. VI. S. 594—651.
20. Wenckebach, K. F., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische. Archiv für mikroskop. Anatomie. 1886. Bd. XXVIII. S. 225—251. Taf. XVI, XVII.
21. Wilson, Henry V., The Embryology of the Sea Bass (*Serranus atrarius*). Bulletin of the United States Fish Commission. For 1889, ersch. 1891. Vol. IX. p. 209—278. Taf. LXXXVIII—CVII. 12 Textfig.
22. Ziegler, Ernst, Die embryonale Entwicklung von *Salmo salar*. Inaugural-Dissertation. Freiburg i. Br. 1882. 64 S. 4 Taf.
23. — Ein Compressorium mit Durchströmung. Zool. Anz. 1894. Bd. XVII. S. 330—332, 345—347, 471.
24. — Die Entstehung des Periblasts bei den Knochenfischen. Anat. Anz. 1896. Bd. XII. S. 358—370. 12 Fig.

The Lateral Sensory System in the Muraenidae.

By

Edward Phelps Allis jr.

(With Plates VI—VIII.)

The only description of any pretention that I have been able to find of the lateral canals of any of the Muraenidae, is a work by Collinge (No. 12), published in 1895, in which the general course and arrangement of the canals of Conger are given, and also, in a general way, their innervation. Houghton (Nos. 19 and 20), before Collinge, had published two short articles relating to certain features in the canals of the same fish; and Stenonius, still earlier, is said by Merkel (No. 21) to have fully described the lateral canal in the common eel. This work by Stenonius I have been unable to consult, but as it apparently relates to the lateral canal of the body alone, it can have but little bearing on the present work. Of Collinge's work I need only say that my results differ so markedly from his that they would almost seem to relate to a different fish.

My investigation of the Muraenidae began with a study of the adult Conger, the specimens used being the "anguilles de mer" caught in the English Channel, and currently sold in the "Halles", Paris. Having found, in these adult Congers, certain marked peculiarities in the lateral canals, that seemed to approach the selachian rather than the teleostean arrangement, I decided to investigate the canals in some Selachian that could be easily obtained, before continuing the work on Conger. This led to an investigation of the lateral and ampullary sensory systems of *Mustelus*, the results of which have already been published (No. 7).

Returning then to Conger, I found that certain details in the arrangement of the canals of this fish, that had formerly greatly puzzled me, were easily understood, but I still could not identify all of the bones that enclosed the canals because of the apparent complete fusion of certain of them with other adjacent bones. I then tried to obtain young Congers, immediately after, during, and before the metamorphosis, feeling certain that in these young stages I would get some positive indication of the components of these fused bones of the adult. The youngest specimen I have so far been able to obtain, is, however, one 80 mm long, and in this certainly quite young specimen the cranial bones are exactly the same in number and general arrangement as they are in the adult. This young specimen, and also three other considerably larger ones, were kindly sent me by the Zoological Station at Naples; and I have also received ten specimens about 15 cm to 20 cm long from Dr. Davidoff of the Laboratoire Maritime Russe, Villefranche. The 80 mm specimen, and also one of the larger ones, were sectioned for me by Mr. H. H. Swinnerton of the Royal College of Science, South Kensington, London, but, for the reason given above, they only served to control the results already arrived at in the dissections of the adult which were prepared for me by my assistant, Mr. Jujiro Nomura.

I was then led to examine certain other of the Muraenidae, partly to see if the peculiarities in the lateral canals of Conger were limited to that member only of the family, and partly hoping to find, as separate bones, the bones so evidently completely fused in Conger. For this purpose I have used the adults of *Ophichthys serpens*, *Myrus vulgaris*, and *Muraena helena*, but they have given me nothing not already found in Conger. I shall however briefly describe the general course of the canals in each of these three fishes, before beginning the more detailed discussion of the canals in Conger.

Ophichthys serpens.

The main infraorbital canal of this fish (figs. 1—4) begins at a single pore that lies slightly posterior to the anterior nasal aperture. This nasal aperture of the fish is a small opening on the summit of

a rounded eminence that lies about midway between the eye and the anterior end of the snout. The posterior nasal aperture lies about two-thirds the distance backward from the anterior aperture to the anterior edge of the eye, and is a long slit-like opening on the lateral surface of the upper lip, close to its ventral edge. The dorsal edge of this aperture projects ventrally as a strong flap and gives to the aperture the appearance of opening on the ventral edge of the upper lip. Such is however not the case, for it opens distinctly on the lateral surface of the lip, close to its ventral edge. From there a wide and flat posterior nasal passage runs upward and slightly forward to the nasal sac.

The main infraorbital canal, beginning at the above-mentioned pore, runs backward and inward and enters the anterior end of a long tubular bone which runs backward internal to the posterior nasal passage and then backward ventral to the anterior two-thirds of the eye. The infraorbital canal traverses this bone its full length, giving off in its passage but one primary tube, which perforates the bone and opens on the outer surface by a single pore lying slightly posterior to the posterior nasal aperture. Between this pore and the anterior pore of the line two sense organs were distinctly evident in the canal. One primary tube, the second of the line, must accordingly have disappeared between these two organs, occluded by the descent of the posterior nasal aperture from a position dorsal to the canal to one ventral to it. That this must be what has taken place, and that this descent of the aperture must have taken place after the lateral canal was enclosed, is too evident to need discussion. The position of the aperture, on the edge of the lip, cannot accordingly represent a stage in an assumed rotation of the aperture from the mouth cavity on to the external surface of the head, for the posterior nasal passage, in that case, could not possibly acquire the relations it has to the lateral canal and the bone that encloses it.

At the hind end of this first bone of the infraorbital chain a primary tube is given off, and opens on the outer surface by a single pore. The canal then continues its straight and horizontal course, traverses a second tubular bone, which is short and lodges but a

single sense organ, and then turns upward behind the eye. A primary tube, the fifth of the line, arises from the canal at the hind end of this second bone, and opens on the outer surface by a single pore that lies postero-ventral to the eye. This second bone of the infra-orbital chain is thus a simple suborbital ossicle. In position it would seem to be the second and posterior one of two suborbital bones, and comparison with *Myrus* show that it is such a bone, the larger anterior bone of the chain, in *Ophichthys*, being in fact the lachrymal of the fish completely fused with an anterior suborbital bone.

Having left the one independent suborbital bone of the fish, the infraorbital canal turns upward at a right angle behind the eye, and traverses three little ossicles, at the dorsal end of which it turns sharply backward again, anastomosing, at the bend, with the hind end of the supraorbital canal.* The three little ossicles here traversed thus hold the positions, as compared with *Amia* (No. 1) and *Scomber* (No. 9), of two postorbitals and a postfrontal, and the canal, as it traverses them, gives off two primary tubes, one between each two of the three ossicles. No tube is given off at the dorsal end of the dorsal ossicle.

The ventral end of the lower postorbital ossicle is firmly attached by tissue to the dorsal surface of the bone that forms the upper jaw of the fish, the so-called maxillary, the suborbital bone being similarly but less firmly attached to the same bone and also to the outer surface of the lower postorbital bone. The lachrymal lies along the dorsal surface of the same so-called maxillary bone, but is much less firmly attached to it. If the lower postorbital and the one suborbital bones of the fish were to become completely anchylosed with, instead of simply attached to, the underlying bone of the upper jaw, a bone closely resembling the so-called maxillary of *Polypterus* would arise. This will be later further discussed.

On leaving the dorsal end of the postfrontal the main infraorbital canal turns directly backward, anastomoses at the bend with the hind end of the supraorbital canal, and then enters a canal in the completely anchylosed bones of this part of the skull, the canal quite undoubtedly lying at first between the frontal and squamosal bones.

and then entirely in the latter bone. In this canal the main infra-orbital canal runs backward nearly to the hind end of the skull, where it issues on the dorsal surface of the squamosal, that bone extending to, and forming part of, the hind edge of the skull. In this long squamosal section of the main infraorbital canal there was, so far as could be determined, but a single sense organ.

Having left the canal in the squamosal the main infraorbital canal enters and traverses a short cylindrical ossicle, and then opens into the anterior wall of a transverse sensory canal formed by the end-to-end anastomosis of the supratemporal commissure and the preoperculo-mandibular canal. From the opposite wall of this same transverse canal the lateral canal of the body begins. In the short section of sensory canal enclosed in the short cylindrical ossicle there is no sense organ, and no primary tube arises from the main infra-orbital canal posterior to the one that issues between the postfrontal and upper postorbital bones.

The supraorbital canal has every appearance of beginning at a pore that lies on the antero-ventral surface of the anterior end of the snout. From there it runs backward and upward, enters a central cavity in this part of the skull, and issues from it about midway between the above mentioned pore and the anterior nasal aperture. There a primary tube is given off which opens on the outer surface by a single pore, the canal itself continuing backward and immediately entering the anterior end of the nasal bone. The section of sensory canal enclosed between the two pores above described is, in appearance, as above stated, a part of the supraorbital canal, but comparison with *Conger* leaves no doubt that the organ or organs it contains are innervated by the buccalis facialis and not by the ophthalmicus superficialis, and that it is accordingly an ethmoidal canal and not a section of the supraorbital one. The pore at the hind end of this section of canal is thus a double pore formed where the ethmoid and supraorbital canals anastomose.

Starting from this pore the supraorbital canal runs almost directly backward to a point dorso-mesial to the hind edge of the eye, where it turns latero-ventro-posteriorly and anastomoses with the

main infraorbital as that canal bends backward on leaving the dorsal end of the postfrontal bone. The larger part of this supraorbital canal is enclosed in the nasal, that bone extending from immediately posterior to the double ethmoid-supraorbital primary tube back to a point dorso-mesial and slightly posterior to the centre of the eye. The anterior and posterior ends of the nasal are long, narrow, and somewhat cylindrical, its middle part expanding latero-ventrally so that it covers the nasal sac but not the posterior nasal passage. Two primary tubes leave the canal as it traverses the bone, one opening by a pore that lies dorso-mesial and slightly posterior to the anterior nasal aperture, and the other by a pore that lies in the transverse plane of the posterior nasal aperture. Another tube, the fourth of the line, leaves the canal at the hind end of the nasal. The nasal thus quite certainly lodges three sense organs of the supraorbital line, one of them lying in the long and unusual posterior extension of the bone. This seems to indicate that a lateral sensory ossicle that would usually form part of the frontal, and that may represent a separate prefrontal bone, has, in this fish, fused with two true nasal ossicles.

On leaving the nasal at its hind end the supraorbital canal immediately enters a canal in the bones that here form the skull of the fish and that are so completely fused that their limits even cannot be definitely determined. The canal here runs backward a certain distance in the skull and then turns latero-ventro-posteriorly and anastomoses with the main infraorbital, as already stated. In the short section of supraorbital canal here enclosed in the skull there are two sense organs, and it is thus evident that the bone that immediately surrounds the canal must be the frontal. Between these two frontal organs, at the bend in the supraorbital canal, a primary tube arises. Running postero-mesially, it anastomoses, in the middle line, with its fellow of the opposite side, the two tubes opening by a common and single median pore.

The supratemporal canal is a complete cross-commissure and is enclosed, on each side, in two tubular ossicles. Between these two ossicles, on each side, there is a primary tube and pore; as there is also in the middle line between the ossicles of opposite sides. At its

lateral end, on either side, the canal anastomoses not only with the hind end of the main infraorbital, but also with the anterior end of the canal of the lateral line and with the dorsal end of the preoperculo-mandibular canal. There is no primary tube or pore at the junction of these four canals.

The preoperculo-mandibular canal, beginning as above stated, runs downward through a long tubular ossicle, and then traverses a short portion of the preoperculum. The long tubular ossicle lodges one sense organ of the line, the preoperculum probably lodging two sense organs, though they were not actually found. Between the tubular ossicle and the preoperculum a primary tube is given off, a second tube being given off as the canal traverses the preoperculum, and a third one as it issues from that bone.

The canal then enters the mandible and traverses it nearly to its anterior end, five primary tubes and pores being found in this part of the canal, one of them being the anterior terminal tube and pore of the line.

Myrus vulgaris.

The lateral canals of this fish (figs. 5—8) agree very closely with those of *Ophichthys*, but both the nasal apertures of the fish lie near the ventral edge of the upper lip, the anterior aperture lying on the summit of a short tubular prolongation, while the posterior one is a slit-like aperture resembling the corresponding aperture in *Ophichthys*. Between the two apertures, and for a short distance posterior to the posterior one, the ventral edge of the lip is curiously dentated, the little dermal papillae giving the lip the appearance of being toothed.

The main infraorbital canal, as in *Ophichthys*, begins at a pore slightly posterior to the anterior nasal aperture. Running inward and backward the canal enters at once the lachrymal, and, after giving off a primary tube and pore at the anterior edge of the posterior nasal passage, dips beneath that passage and reappears beyond it, where it gives off a third tube and pore. It then leaves the lachrymal and enters and traverses two suborbital bones, giving off a tube and a pore at the hind end of each of them. It then turns upward at

nearly a right angle, and enters and traverses two postorbitals and a postfrontal, between each two of which three bones there is an enlargement of the canal which represents a blind and aborted primary tube. At the dorsal end of the postfrontal the canal turns sharply backward, anastomosing at the bend with the hind end of the supra-orbital canal, and enters a canal, in the skull, from which it issues on the dorsal surface of the skull, near its hind end. It then traverses a short tubular ossicle, and on leaving it opens into the transverse canal formed by the end-to-end anastomosis of the supratemporal and preoperculo-mandibular canals.

The infraorbital canal of *Myrus* thus agrees exactly with that of *Ophichthys* excepting that the two postorbital primary tubes are blind, that the anterior suborbital bone has not fused with the lachrymal, and that a primary tube is retained, instead of being aborted, between the first two organs of the line.

The ethmoidal canal begins at a pore that lies on the ventral surface of the anterior end of the snout, slightly anterior to the nasal tube. From there it runs upward and backward into a central cavity in the anterior end of the skull, and then turns forward to anastomose by its hind end with the anterior end of the supraorbital canal. The double primary tube resulting from this anastomosis opens on the outer surface by a pore that lies dorso-mesial to the anterior edge of the nasal tube.

The supraorbital canal, beginning at the above mentioned double pore, runs backward into the nasal bone, which it traverses, giving off, as it traverses it, one primary tube and pore. At the hind end of the nasal, which end lies at a point dorso-mesial to the middle point of the eye, the canal leaves the nasal and enters a canal in the fused bones of the skull, a swelling of the canal here indicating an aborted primary tube. At the level of the hind edge of the eye the canal turns latero-postero-ventrally and anastomoses with the main infraorbital, a primary tube being given off at the bend. This latter tube, as in *Ophichthys*, runs postero-mesially and fuses, in the middle line, with its fellow of the opposite side, but the pore that should normally here be found is closed.

The supratemporal commissure agrees exactly with that of *Ophichthys* excepting that the three primary tubes of the commissure, a median one and one other on each side, are represented by simple swellings of the canal without external openings.

The preoperculo-mandibular canal agrees with that of *Ophichthys* excepting that there are more mandibular pores, and that the dorsal one of the three preopercular tubes is a blind one.

Muraena helena.

Muraena helena (figs. 9—12) differs markedly from *Ophichthys* and *Myrus* in that the posterior nasal aperture lies on the top of the head, about half-way between the eye and the mid-dorsal line, instead of at the ventral edge of the upper lip. It lies on the outer end of a short nasal tube, as does also the anterior aperture, the latter aperture lying near the anterior end of the snout.

The main infraorbital canal of the fish begins at a pore that lies slightly ventral to the hind margin of the base of the anterior nasal tube. From there the canal runs backward through a lachrymal and two suborbital bones, and then turns upward and traverses two post-orbitals and a small postfrontal. In this length of canal six primary tubes are given off, one as the canal traverses the lachrymal, one at the hind end of that bone, and the others between each two of the succeeding bones as far as the postfrontal. The first three of these tubes, that is the 2nd, 3rd, and 4th tubes of the line, open on the outer surface by a single pore; the next three tubes are blind. Between the postfrontal and the skull there is no primary tube, the main infraorbital canal there first anastomosing with the supraorbital canal, and then turning backward and traversing a canal in the skull. Up to the point where it here issues from the skull the arrangement is thus similar to that in *Ophichthys* and *Myrus*. Posterior to this point the arrangement differs from that in those two fishes in that the canal of *Muraena*, after it issues from the skull, first traverses a small and delicate tubular ossicle, near the middle point of which it anastomoses with the dorsal end of the preoperculo-mandibular canal, and then traverses a second and similar ossicle, near the middle

point of which it anastomoses with the lateral end of the supratemporal commissure. The canal then traverses another similar ossicle, near the middle point of which a blind primary pouch has its origin, and then traverses in succession two other tubular structures similar to the preceeding ones but less completely ossified. At the hind end of each of these two latter tubular ossicles there is a primary tube opening on the outer surface by a single pore, and the canal ends at the posterior one of these two pores. Whether it recommences farther posteriorly, or not, could not be determined, as all of my specimens had been cut off shortly posterior to this point. The supratemporal commissure arises, as stated above, from the main infraorbital canal as that canal traverses a tubular ossicle that lies wholly posterior to the point where the main infraorbital canal anastomoses with the preoperculo-mandibular canal. Running mesially, it traverses in succession two delicate tubular structures, partly ossified, and then unites in the middle line with its fellow of the opposite side. Between the two incipient ossicles of either side, and also in the middle line, there is a slight swelling of the canal which represents an aborted primary tube. A small blind pouch, which represents another and less completely aborted primary tube, arises at the point where the commissure has its origin from the main infraorbital. The two incipient ossicles that enclose the supratemporal commissure on each side, and the one that encloses that short section of the main infraorbital canal from which the commissure has its origin, thus correspond, in their relations to the lateral canals, to the single extrascapular bone of *Amia*. Posterior to this bone, thus represented, the posterior continuation of the main infraorbital canal is enclosed in three separate tubular structures, more or less ossified, each one of which probably lodges a single sense organ of the line, though this could not be established in the dissections. This post-temporal part of the canal of *Muraena* thus apparently corresponds exactly with that part of the main infraorbital canal of my descriptions of *Amia* that is enclosed in the suprascapular and supraclavicular bones; there thus apparently being no canal in *Muraena* that corresponds to the lateral line canal of the body of *Amia*. The tubular ossicles that enclose, in *Muraena*, the supratemporal commissure and this postcranial part of the main infraorbital canal are all more or less

deeply buried beneath overlapping portions of the trunk muscles, *Muraena* differing somewhat in this from the other Muraenidae examined.

The preoperculo-mandibular canal, beginning at the point of anastomosis with the main infraorbital canal above described, runs downward through a long tubular structure similar to the shorter ones that enclose the supratemporal commissure, this long tube lying as do those of the commissure and the adjoining parts of the main infraorbital, deeply buried beneath overlapping portions of the muscles of the region. The long tube lies parallel to and slightly posterior to the hind edge of the external surface of the hyomandibular, and ends approximately at the ventral end of that element. There the lateral sensory canal leaves the tube and enters and traverses a small bone that lies immediately posterior to and against the quadrate part of the fused hyomandibular and quadrate, two blind pouches arising from the canal as it traverses the bone. This little bone must therefore be the homologue of the preoperculum of *Ophichthys* and *Myrus*, that bone of each of those fishes, plus the tubular structure that lodges the dorsal organ of the line, naturally together representing the preoperculum of such fishes as *Amia* and *Scomber*. The relations of these two parts of the preoperculum of *Muraena*, one to the hyomandibular and the other to the quadrate, is noteworthy, though just what its significance may be I cannot tell. It is clearly in accord with the supposition that the hyomandibular and quadrate of the fish, or at least the hyomandibular and a part of the quadrate, belong to the same visceral arch.

On leaving the ventral end of the preoperculum, the sensory canal traverses the subcutaneous tissues for a short distance, and then enters the mandible, which it traverses to its anterior end, six primary tubes, one of them a terminal one, arising from this part of the canal, and each of them opening on the outer surface by a single pore. There is no indication of a primary tube between the preoperculum and the hind end of the mandible.

The ethmoidal section of the main infraorbital canal begins at a pore that lies on the anterior end of the snout, ventro-mesial to the anterior nasal tube and close to the ventral edge of the upper lip. From there the canal runs upward and backward, traverses a central

cavity in this part of the skull, in which it doubtless anastomoses with its fellow of the opposite side, and then turns forward; or forward and slightly downward, and meets and anastomoses with the anterior end of the supraorbital canal. A double primary tube and pore are here formed, the pore lying mesial to, and close to the dorsal edge of, the anterior nasal tube.

The supraorbital canal, beginning at the double pore above mentioned, runs backward and enters at once the nasal bone which it traverses its full length, the hind end of the bone lying nearly in the transverse level of the hind edge of the eye. As the canal traverses the nasal, two primary tubes arise from it, one opening on the outer surface by a single pore that lies on the top of the snout slightly posterior to the anterior nasal tube, and the other being a blind pouch that lies directly dorso-mesial to the eye. A second blind pouch arises from the canal at the hind end of the nasal, the base of the pouch being wholly enclosed in the nasal. Leaving the nasal the canal enters the skull, runs backward in it a short distance and then turns latero-postero-ventrally and anastomoses with the main infra-orbital, as already described. At the bend in the canal a primary tube arises, and running mesially and but slightly backward meets and anastomoses in the middle line with its fellow of the opposite side, a large median blind pouch here being formed.

Conger conger.

In *Conger conger*, and also in *Ophichthys* and *Myrus*, the adductor mandibulae muscle extends upward, through nearly its entire width, to the mid-dorsal line of the head, where it arises, in common with its fellow of the opposite side, from a median vertical aponeurosis. Posteriorly, this supracranial part of the adductor arises from the anterior surface of a similar but much stronger and tougher aponeurosis which arises from the hind end of the skull. This latter aponeurosis extends directly outward, or outward and backward, between the adductor and the anterior edge of the trunk muscles, to the ventral surface of the tubular ossicles that enclose the supratemporal commissure. From these surfaces of origin, and also in part from a

membrane that lies directly upon the dorsal surface of the skull, the fibres of the adductor muscle run downward and forward, about one half of them passing anterior to the postorbital process of the skull and the other half posterior to that process, the process itself and the entire dorso-lateral edge of this part of the skull thus being buried beneath a thick layer of this muscle. A considerable part of the muscle also arises from the anterior surface of the postorbital process and from the lateral surface of the skull immediately anterior to the process. The eye-ball is thus pushed relatively far forward, the post-orbital process lying about midway between the orbit and the hind end of the skull. All this is, I suppose, well known, but I do not find it mentioned in any of the works at my disposal. It is here so especially referred to because of the effect that this unusual development of the muscle, and the concomitant displacement of the orbit, has had upon certain parts of the lateral sensory system. *Muraena* differs from the other Muraenidae examined in that the two aponeuroses that give origin to the supracranial extension of the adductor muscle are but slightly, or not at all developed, and that the trunk muscles push forward a short distance superficial to the hind end of the adductor. Between the two overlapping muscles, in the loose connective tissues that separate them, the supratemporal ossicles lie, without definite attachment to the skull. The course of certain of the nerves, to be later given, show definitely that the supracranial extension of the adductor muscle of these several fishes is a secondary acquisition, the muscle having pushed upward and backward from the cheek on to the dorsal surface of the skull.

The anterior nasal aperture of Conger (figs. 13—21) lies on the summit of a short tube, which rises from the lateral edge of the anterior part of the snout a short distance only above the ventral edge of the upper lip. It is directed downward, forward, and laterally, its lower end projecting slightly below the ventral edge of the upper lip. The posterior aperture is a fairly large pit lying anterior to and not far from the eye, slightly dorsal to its mid-horizontal plane. The nasal sac is a tubular structure extending between these two apertures, immediately internal to the nasal bone. . . .

From near the hind edge of the anterior nasal tube, a marked maxillary labial furrow begins, and from there extends backward, in a slightly curved line, nearly to the level of the hind end of the gape of the mouth, where it gradually vanishes without turning downward to meet the hind end of the mandibular labial furrow. This latter furrow is strongly developed, and, turning upward at its hind end, vanishes at the angle of the gape, there meeting the hind end of the line of the mouth opening, and forming with it, in appearance, when the mouth is closed, a continuous line.

The maxillary labial furrow cuts downward into the fleshy lip of the fish, and is deepest somewhat anterior to the middle of its length. It lies external to the lachrymal, that bone lying external to the so-called maxillary bone. A shallow furrow, or more properly a deep crease, extends upward into the thick upper lip, from its ventral surface, and separates the ventral portion of the lachrymal from the underlying maxillary. Which one of these two furrows is the homologue of the supramaxillary furrow of my descriptions of *Amia* (No. 2) I am unable to determine. The shallow furrow that extends upward into the thick lip from its ventral surface would certainly seem to be the homologue of a much deeper furrow found in much the same place in *Scomber* (No. 9), and there lying between the lachrymal externally and the premaxillary and maxillary together internally; the premaxillary of *Scomber* extending backward the full length of the maxillary, and lying in part ventral to it and in part external to it. This furrow, in *Scomber*, I considered as the homologue of the supramaxillary furrow of *Amia*; for it is evident that if the lachrymal of *Amia* were to acquire the backward extension that it has in *Scomber* it would lie external to the maxillary exactly as it does in *Scomber*. The presence of a premaxillary in *Scomber*, external to the maxillary, however, obscures the relations. On the other hand the maxillary labial furrow of *Conger* seems most evidently the homologue of the maxillary labial furrow of *Polypterus*, which furrow may perhaps be (No. 6) the homologue of the supramaxillary furrow of *Amia*. The possible total absence of a maxillary bone in *Conger*, to which I have once made reference (No. 6) and of which I am now quite fully con-

vinced, is also in accord with the supposition that the maxillary labial furrow of Conger is a supramaxillary one; Conger and Polypterus thus agreeing in the presence of this furrow associated with the probable absence of a maxillary bone. In the other Muraenidae examined this maxillary labial furrow is not found. The furrow in Conger has peculiar relations to the infraorbital lateral canal, and it is because of this that I have here so particularly referred to it.

Certain general peculiarities of the lateral sensory canals of Conger have been already referred to by Collinge. One of them is the pouch-like form of most of the primary tubes of the system, this being also a peculiarity of the tubes in the other Muraenidae. Another is the enclosing of the sensory canals, beyond the limits of certain of the bones, in a tubular structure of dense connective and fibro-cartilaginous tissue, the related bones being apparently ossifications of this tissue. This is probably also common to the other Muraenidae, but I made no histological examination whatever of the tissues there concerned, and the presence of cartilage in the tubular structures enclosing the canals in the other Muraenidae, was not evident as it is in Conger. Collinge says that tubes exactly similar to those of Conger have been described by Leydig in *Lota vulgaris*, but I have been unable to consult the work referred to.

The pouch-like primary tubes of the lateral canals of Conger are said by Collinge to be saccular dilatations of the canals themselves. This is hardly a proper statement, for the pouches are in reality dilatations of the primary tubes alone and not of the canals. Each pouch is formed of a delicate layer of tissue, and usually lies on one side only of the canal to which it is related; though it may have a short extension on the other side also. The pouch is almost invariably covered externally by a dense, stringy, and peculiar connective tissue which seems to have been developed in relation to and as a protection for it. The pouch lies almost always at the level of the external, superficial surface of the canal to which it is related, and it may either open on the external surface of the head by a single primary pore, usually placed at its outer extremity, or have no related external opening whatever, in which case it forms a blind sac.

Main infraorbital canal.

The main infraorbital sensory canal of the adult Conger begins anteriorly at a pore that lies slightly dorso-mesial to the base of the nasal tube of the fish. This pore is prolonged to form a slight tube which is directed dorsally and mesially, directly toward a similar but much larger tube that is developed in relation to pore No. 1 of the supraorbital canal. These two short tubes are separated by a small pit, and the tubes are pressed and flattened down into the pit so that they may be said to open into it, directly opposite to, and quite close to, each other. The pore at the outer end of each tube is thus also flattened, and they appear, in both alcoholic and fresh specimens, as long, oval, or slit-like openings, the long axis of the oval lying practically in the direction of the course of the main canal to which the pore belongs. This oval or slit-like form is characteristic of all the pores on the head of Conger, the more posterior pores being simply relatively long slits, the edges of which are formed by delicate membranous lips which touch each other and almost close the opening of the pore. These latter pores have, in fact, much the appearance of the primary pores of larvae of *Amia* just before they undergo their first dichotomous division. The mid-dorsal pore of the supratemporal commissure and the pores of the lateral canal of the body, are small and round, in marked distinction to the pores on the head.

Starting at pore No. 1, the main infraorbital canal runs backward under the eye in a nearly straight line, and then turns sharply upward, and upward and forward behind the eye. Dorso-mesial to the eye, the canal lies on the flat dorsal surface of the head, there running postero-mesially and meeting and anastomosing with the supra-orbital canal; but with which one of the primary tubes of this latter canal the anastomosis is made it is impossible to definitely tell, though it is almost certainly with the terminal tube. After this anastomosis the canal turns sharply backward and laterally, and continues in a nearly straight line to the hind edge of the skull. There it turns sharply still more laterally, and after a short course opens directly into the continuous transverse canal here formed by the union, at

their adjoining ends, of the supratemporal cross-commissure and the preoperculo-mandibular canal. The lateral canal of the body begins at an opening in the posterior wall of this continuous transverse canal, the opening not lying directly opposite the one by which the main infraorbital communicates with the same canal.

The main infraorbital canal, as thus defined, contains ten lateral sensory organs, but there are only nine related primary tubes; no indication whatever of a primary tube being found between the ninth and tenth organs of the line. Six of the nine existing tubes open on to the outer surface by a single pore, the other three ending blindly without surface opening.

Pore No. 1 infraorbital has been already described. Pore No. 2 lies ventro-lateral and slightly posterior to pore No. 1, on a level with and immediately posterior to the dorso-mesial edge of the base of the nasal tube. The maxillary labial furrow begins immediately posterior to this pore, the pore lying on the outer end of a short tube which fills the space between the anterior end of the furrow and the base of the nasal tube. The tube leading inward from this pore, that is, tube No. 2 of the line, is short and runs dorso-postero-mesially to the canal. Immediately anterior to this tube the main canal is wholly or partly encircled by a short and delicate tube of bone, both ends of which are slightly prolonged by the fibro-cartilage peculiar to the fish. The bone lodges the first sense organ of the line, and is apparently the antorbital bone of the fish.

Immediately posterior to tube No. 2 the infraorbital canal comes into relation with the lachrymal bone, which it traverses, lying in part on its external surface, and in part wholly or partly enclosed by bridges of bone.

The lachrymal is a flat triangular bone, the longest edge of which is presented ventrally and overlaps the outer surface of the so-called maxillary bone of the fish. The lachrymal lodges three sense organs of the infraorbital line, the 2nd, 3rd, and 4th, the organs lying in those parts of the canal that are either completely, or almost completely enclosed by bridges of bone. The 4th organ was always completely so enclosed in all of my several adult specimens; and the 3rd

organ usually so enclosed; while the 2nd was never entirely enclosed. The imperfect bridges of bone were however always completed by a dense connective tissue which closely envelops the entire bone as if it were a highly developed periosteal membrane. Between the bridges of bone or tissue that thus enclose these several organs there are open bays in the bony canal, each bay lodging the base of a membranous pouch which represents one of the primary tubes of the line. Two of these pouches thus take their origin from the canal as it traverses the lachrymal, each of them opening on the outer surface of the head by a single pore, these pores being the 3rd and 4th ones of the line. The anterior and posterior edges of the lachrymal, where the canal enters and leaves it, are both fringed with fibro-cartilage.

Posterior to the lachrymal the canal, as it encircles the ventral and posterior margins of the eye, traverses four fibro-cartilaginous tubes, each of which is partly ossified and lodges a sense organ in its ossified portion. The first one of these four tubes is considerably longer than either of the others and is suborbital in position. The other three are postorbital in position, the most dorsal one occupying the position, in its relations to the canal, of the postfrontal bone of *Amia*. Between each two consecutive tubes, between the first tube and the lachrymal, and also dorsal to the last tube, there is a membranous pouch, the five pouches representing the 5th to the 9th primary tubes of the line. The 5th and 6th pouches open by single pores on the outer surface of the head. The other three pouches were blind in all my adult specimens, and also in the two young specimens examined by sections.

These several pouches, representing the 3rd to the 9th primary tubes of the line, all open into the canal by relatively large openings. certain of these openings being so large that the pouches might be described as swellings of the canal, as Collinge has described them, though in reality they are swellings of the primary tubes and not of the canal. The 3rd and 4th pores of the line are the surface openings of the first two pouches. They lie at or near the upper edge of the maxillary furrow, opposite its deepest part, the 4th pore being usually entirely enclosed in the furrow, and hence not visible on the outer

surface in the normal condition of rest. The 5th pore lies in the transverse plane of the anterior edge of the eye, and is always found on the ventral, or labial side of the maxillary furrow, near the upper edge of the maxillary labial fold. The furrow is here shallow, and the pouch that leads inward from the pore passes upward internal to the furrow to reach its canal. The two anterior pouches also lie in part internal to the furrow, though their surface openings lie dorsal to it. All these pouches are somewhat folded upon themselves because of their relations to the furrow, and the fourth pouch has peculiar relations to the maxillary labial fold. This pouch occupies a large oval bay in the lachrymal, and is covered externally by only a thin layer of dermis which lines the bottom of a pit-like depression that forms the deepest part of the maxillary furrow. Into this depression fits a pad-like eminence on the inner surface of the maxillary fold, and pressure here forces fluids out of neighbouring pores of the infra-orbital canal. I have not yet been able to make out how this pressure could be applied voluntarily by the fish, but it would seem as if the purpose of the arrangement must be to give the fish some control of the circulation of the fluids in the canal. The large pouches, some of them blind, in other parts of the lateral system, lying as they do immediately beneath the skin, must also contribute to this control.

The 6th pore of the line lies at a short distance from and almost directly posterior to the angle of the gape of the mouth. It leads upward into the postero-ventral portion of a long pouch which arises from the main canal at the angle where it turns upward behind the eye. The three pouches dorsal to this one are long and blind, and extend directly backward from the postorbital part of the canal, lying between the outer skin and the external surface of the muscles of the cheek.

Dorsal to tube No. 9 the infraorbital canal becomes immediately enclosed in fibrous tissue, and this tissue is supported, along its anterior and dorso-posterior surfaces, by processes of cartilage which project from the adjoining osséous side wall of the skull. The bases of these processes are more or less ossified, the cartilaginous processes thus

arising from the summits of small bony processes of the cranium. The dorso-posterior process is much stronger and often much longer than the anterior one. The side wall of the skull from which these processes arise is entirely of bone, and is formed of what is probably the frontal part of a massive fronto-sphenoid bone, a bone apparently formed by the complete fusion of the frontal with the orbitosphenoid. The main infraorbital canal turns backward, ventral to the base of the posterior of these two processes, and immediately enters a canal which lies between the anterior end of a long anterior process of the squamosal, externally, and the frontal internally. Between the bases of the two fronto-sphenoid processes the infraorbital and supraorbital canals anastomose, a posterior pouch-like extension of the supraorbital canal running backward dorso-mesial to the base of the posterior process. Having entered the canal between the squamosal and frontal, the main infraorbital canal runs backward and laterally in a nearly straight line and soon becomes entirely enclosed in the squamosal, which it traverses almost to its hind end. There it issues on the dorsal surface of the bone and continues its course in that position to the hind edge of the bone, the hind edge of the bone forming part of the hind edge of the skull. The canal then makes a sharp turn laterally and enters and traverses a short bony tube which lies almost directly ventral to and parallel to the lateral end of the supratemporal commissure. Leaving this tube the canal immediately pierces the anterior wall of, and thus communicates directly with, the transverse canal here formed by the united supratemporal cross-commissure and preoperculo-mandibular canal.

In a part of its course through the squamosal the canal lies immediately dorsal to and close to the horizontal canal of the ear. In my young specimens the infraorbital canal here lies in a canal formed externally by a lamina of perichondrial or dermal bone, whichever it may be, and internally by the cartilage of the skull, the membranous lateral sensory canal here lying directly upon the cartilage. The horizontal canal of the ear lies immediately ventral to it, enclosed in a delicate ring of bone which is apparently of the same character and origin as the bone enclosing the lateral sensory canal;

this ring of bone, at a certain age, alone separating the lateral sensory and auditory canals. One is necessarily struck by the similarity of appearance, in these sections, of these two canals. Anterior to the region of these sections the cartilage of the cranial wall disappears and the squamosal here forms a part of the side wall of the labyrinth cavity, appearing, in sections, as a ring of bone with plate-like portions extending dorsal and ventral to it, as shown in figure 20. The ring of bone lodges the lateral sensory canal, and the anterior vertical, and horizontal semicircular canals pass close to its inner surface. So closely are these canals related that it would even seem as if vibrations in the lateral canal might here be transmitted through the bone to the fluids in the labyrinth cavity, and hence to the ear. Certainly this manner of transmission of sound waves is as direct and feasible as the one assumed by Sagemehl (No. 23), through the mouth or gill openings to the outer wall of the bulla aconustica.

Houghton (Nos. 19 and 20) found and described the squamosal canal of the common eel, but he could not make out its relations to the lateral system. The relations of this canal to the ear may account for his assertion that the eel "is commonly supposed to hear well". The canal is deeply buried beneath the overlying dorsal extension of the adductor mandibulae muscle, this relation to the muscle indicating that the dorsal extension of the muscle is acquired after the canal has sunk beneath the surface, the muscle pushing upward between it and the overlying skin. That the canal cuts through the muscle, from its outer to its inner surface, is wholly improbable.

In the squamosal canal there are two sense organs, Nos. 9 and 10 infraorbital, No. 9 lying approximately opposite the hind edge of the postorbital process of the skull, that is at about the middle of the total length of the squamosal, and No. 11 lying about half-way between organ No. 9 and the hind end of the bone. Between these two organs there is no indication whatever, even in my youngest specimen, of a primary tube, though such a tube and its pore, No. 10 infraorbital, should normally have here been formed. The two terminal tubes and pores of the squamosal canal, Nos. 9 and 11 infraorbital, are also absent as independent tubes and pores, both of them, however,

being quite undoubtedly represented by double tubes and pores. The anterior terminal squamosal pore has probably first fused with the dorsal pore of the postorbital canal and then with a supraorbital pore to form the anastomosis of the two main canals; and the compound pore and tube thus here formed are quite undoubtedly represented in the blind pouch already described at the dorsal end of the postorbital canal. The posterior terminal pore and tube are quite undoubtedly similarly represented in a blind pouch found at the dorsal end of the preoperculo-mandibular canal. At this latter point four canals unite, the main infraorbital, the supratemporal, the preoperculo-mandibular, and the lateral canal of the body. Close to the extreme dorsal end of the preopercular canal a large blind pouch has its origin, and extends backward and downward in the angle between the preopercular canal and the lateral canal of the body. It may also have a short extension forward of the preopercular canal. Its origin, at the point where the four canals unite, indicates clearly that it represents a compound primary tube formed at this point. The long axis of the pouch lies in the line, produced, of that short section of the main infraorbital canal that lies between the pouch and the hind end of the squamosal, and the pouch opens into the preopercular canal directly opposite the opening by which the main infraorbital canal communicates with it. The lateral canal of the body begins immediately dorsal to this point, and is hence not a direct continuation backward of the main infraorbital canal. It has much more the appearance of being a direct continuation of the supratemporal cross-commissure, these two canals, in that case, forming a single canal which bends abruptly at this point, anastomosing at the bend with the two other canals. The bend lies between two fibro-cartilaginous and partly ossified tubes, one of which lodges the lateral organ of the commissure and the other the anterior organ of the lateral line of the body. That short section of the main infraorbital canal that lies between the point of anastomosis and the hind edge of the squamosal, although partly or entirely enclosed in bone, lodges no sense organ. This, and the relations of the several canals here concerned to each other, will be again later referred to.

The ten infraorbital organs of Conger are all innervated by branches of the buccalis and oticus facialis, organs 1 to 8 being

innervated by branches of the former nerve and organs 9 and 10 by branches of the latter. The full course of these nerves will be described in a later work, but it may here be said that the innervation shows that organs I to 4 belong to an anterior group and organs 5 to 8 to a posterior group, Conger thus agreeing in this respect with *Amia*, *Scomber*, *Mustelus* and other fishes (No. 7, p. 124).

In addition to these ten infraorbital organs there are two lateral canal organs, on each side of the head, innervated by the buccalis. They lie in a canal that communicates directly, by anastomosis, with the supraorbital canal, as already stated in describing the canals in the other Muraenidae, and the canal, which I have called the ethmoidal canal, has such unusual relations to the anterior end of the skull that a short description of this part of the head of the fish is necessary.

On the end of the snout of Conger (figs. 17 and 18), on each side of the head, and not far from the middle line, there are two vertico-longitudinal creases which begin on the under, ventral surface of the upper lip and run upward and backward, cutting into the lip and into the end of the snout and gradually vanishing as they approach the top of the snout. The creases cut laterally and backward into the end of the snout, and two vertical dermal folds, or lips, are thus formed which enclose between them a rounded ridge which forms a median slightly projecting and beak-like part of the end of the snout. This median ridge has no evident relations to the underlying parts of the skull. The two lateral folds, one on each side of the ridge, lie, on the contrary, almost directly external to the ethmoidal canal and suggest in a way the V-shaped ethmoid bone of *Amia*. The outline of the end of the snout of Conger also resembles in a striking way the outline of the end of the skull of *Scomber* (No. 9), though what the relationships here could be is not evident. Each of the two folds of Conger bears, on its summit, a vertical line of relatively large surface sense organs. A line of apparently similar but somewhat larger surface organs, on each side, encircles the ventral edge of the base of the nasal tube.

The ethmoidal canal begins, on each side, at a pore that lies ventro-mesial to the nasal tube, close to the ventral edge of the upper

lip of the fish. The canal, from there, runs backward, upward and mesially and enters the outer end of a short tubular process which projects anteriorly, laterally, and but slightly dorsally from the dorsal surface of the anterior end of the skull. The outer end of this process is fringed with fibro-cartilage similar to that associated with other parts of the lateral system. Turning downward into and traversing this process the canal reaches a relatively large median cavity in the bone, and in this cavity there is a median sack-like enlargement of the membranous lateral canal. From this median sack-like enlargement the posterior section of the ethmoidal canal on each side has its origin, this section arising from the sack-like enlargement postero-dorsal to the point where the anterior section of the canal joins the same enlargement. Running forward and laterally this posterior section of the ethmoidal canal issues from the skull by traversing a process that is exactly similar to and lies directly and immediately posterior to the process traversed by the anterior section of the canal. It then joins and fuses with the supraorbital lateral canal immediately anterior to the first sense organ of that line. At the base of each of these two sections of the ethmoidal canal, or perhaps more properly in the median sensory chamber near the points of entrance or departure of the canals, there is a lateral sense organ, the two sense organs on each side of the head lying close together, one posterior and somewhat dorsal to the other, and both being innervated by long branches of a separate and special branch of the buccalis facialis. These two buccal branches, on either side, run backward in a median canal in this part of the skull, and issue by a special foramen on the lateral surface of the internasal part of the skull. Continuing backward, mesial to the nasal sac, the two branches first unite to form a single nerve and then join that branch or division of the buccalis that innervates organs 1 to 4 infraorbital. Strictly similar conditions must exist in the other Muraenidae examined, but, as already stated, no attempt was made to determine the innervation of the sense organs concerned.

There is thus here an arrangement of canals totally different from anything that is known in other teleosts. Unable at first to

understand it, I, as already stated, interrupted my work on Conger in order to investigate the canals in *Mustelus*, the results of which I have recently published (No. 7). In text-figure No. 1 of that work I gave a hypothetical projection of the canals of *Mustelus* on to the head of *Amia*. If that figure be consulted it will be seen, at once, that the anterior portion of what I have there called the anterior commissure of the infraorbital canal has almost exactly the position of the ethmoidal canal of Conger. The ventro-posterior, or proximal portion of the commissure in the projection of *Mustelus* is doubtless represented in Conger by the line of surface sense organs that partly encircle the base of the nasal tube of the latter fish. The resemblance is much too striking not to warrant the assumption of an homology, the other differences in the canals of the region being fully accounted for by the presence of two nasal apertures in Conger instead of the one in *Mustelus*.

The ethmoidal canal of Conger is thus quite certainly the homologue of a part of what Garman (No. 15) calls, in selachians, the nasal and prenasal canals. The canal of Conger lodges two sense organs, and should accordingly normally have three primary tubes and pores. The anterior one of these three pores is the only one that has retained its independence, and the short canal that leads from it into the median sensory chamber is the anterior terminal primary tube of the canal. The posterior pore has fused with the anterior pore of the supraorbital canal to form a double pore. The intermediate or middle pore of the line has quite certainly first fused with the corresponding pore of the canal of the opposite side of the head to form a median pore, and has then been secondarily closed in exactly the same way that a corresponding pore has been secondarily closed in the same region in both *Amia* and *Polypterus* (No. 5). In *Polypterus*, as in Conger, a pore of the ethmoidal canal has fused with a supraorbital pore, but the arrangements in the two fishes are not strictly homologous. It seems however almost unquestionable that the subrostral portion of the infraorbital canal of selachians, the ethmoidal canal and the line of surface sense organs that partly encircles the base of the nasal tube of Conger, and the anterior, ethmoidal commissures of

Amia and *Polypterus* are strictly homologous. What place, if any, the vertical line of sense organs on the end of the snout of Conger should take in these homologies, I am unable to determine, not having been able to determine its innervation.

In my 80 mm Conger the anterior ethmoidal primary tube, on each side, traversed an opening in the lateral wall of this part of the skull. The two posterior tubes, one on each side, traversed a single large median opening, much larger than is needed for the passage of the tubes alone. In the adult these two latter tubes traverse separate openings, one on each side, the remainder of the single median opening of younger stages being usually wholly closed. In one adult, however, a part of this large opening of larvae was retained as a round median foramen (fig. 17), which perforated the skull, between the four processes that give passage to the four ethmoidal primary tubes, and led directly into the median sensory chamber. The foramen was entirely closed externally by ligamentous tissue, but it would seem to be an inherited remnant of the median primary tube that should normally have here been developed.

This median, sensory, ethmoidal chamber of Conger, which undoubtedly has its exact homologue in the median ethmoidal chambers referred to in the descriptions of the three other *Muraenidae* examined, is unique, so far as I can find, in fishes heretofore investigated, excepting only in *Polyodon* (No. 8). What its full significance is, I have been as yet unable to determine. It lies in what is quite certainly an ethmoid bone, formed, one would naturally suppose, by the complete fusion of the two well known dermal and cartilaginous components of that bone. But no indication whatever of preexisting cartilage, nor of any remnants or vestiges of enclosed cartilage could be found, even in my youngest specimen, and the bone did not differ, in appearance, in any respect from the bones elsewhere related to the lateral sensory canals. Comparison with *Polyodon* would, moreover, indicate that the bone was a purely dermal or membrane bone. Other components of the skull of Conger, certainly of purely dermal origin, have completely fused with this ethmoid bone, even in my youngest specimen. One of them is certainly the piscine vomer. Another would

seem to be either the fused premaxillaries of either side, or a maxillary breathing-valve bone. If the premaxillaries are not here represented they must form part of the so-called superior maxillary bone of the fish, a probability to which I have already once made reference (No. 6, p. 278). Although I have not yet been able to form a definite opinion on this subject, I am strongly inclined to think that true piscine maxillary bones are wholly wanting in Conger, and that the so-called maxillary bones are palato-premaxillary ones. The so-called premaxillaries, currently assumed to be completely fused with the ethmoid and vomer (No. 16), would then be maxillary breathing-valve bones. As favouring this assumption it is to be noted that Conger has no maxillary breathing-valve, this fish thus being in marked exception to Dahlgren's (No. 13) statement that he found no single teleost without it.

Whatever the components that form the end of the skull of Conger may be, it would seem, as stated above, that the median sensory chamber must lie in a dermal ethmoid element. From this chamber a central cavity, or canal, leads backward in the skull, and soon separates into two portions, a dorsal and a ventral one. The dorsal portion transmits the four buccal branches that innervate the ethmoidal organs, two on each side, the two nerves on each side sometimes uniting while still in the canal to form a single branch, and issuing, whether united or independent, by a single foramen which lies at the hind end of the canal. Anterior to this foramen, a foramen, on each side, gives passage to a vein coming from the central canal.

The ventral part of the central canal is separated from the dorsal part by a transverse layer of bone, is much longer than it, and transmits bloodvessels coming from the median sensory chamber. In the adult it soon becomes a large central cavity, and is traversed by delicate partitions which give it a honeycombed appearance. It varies irregularly in every specimen, and extends backward in the skull to the anterior end of the cavum cranii, from which it may be separated by only a thin bony partition. It passes dorsal to the interorbital opening of the skull, and may be cut across transversely, about the middle of its length, by a bony partition, the partition indicating the

line of fusion of the ethmoidal and fronto-sphenoidal elements of the skull. In my 80 mm specimen the anterior or ethmoidal part of the canal definitely ends at this line, a second, post-ethmoidal central canal beginning, immediately, in the fronto-sphenoid. The wall that here definitely separates these two canals or cavities may, accordingly, disappear in the adult.

About midway between the sensory ethmoidal chamber and the anterior end of the interorbital opening, the floor of the large ventral canal or cavity above described is pierced in the middle line, and a small, median, and still more ventral canal leads from here into the extreme anterior end of the interorbital opening, immediately above the floor of the opening. This canal transmits a bloodvessel which has a large branch extending forward to the sensory ethmoidal chamber and a small one extending backward into the posterior portion of the large central cavity. These bloodvessels were only traced in my 80 mm specimen, in which specimen they were charged with blood corpuscles. The vessel, as it traverses the median opening in the floor of the central cavity and then the small median canal that leads to the interorbital opening, is small and median in position. When it reaches the interorbital opening it turns to the left (in the sections) and soon comes to lie against the dorso-lateral aspect of the olfactory nerve of that side. This nerve, as it traverses the interorbital region, comes to lie directly dorsal to the nerve of the opposite side. Each olfactory nerve is accompanied by numerous bloodvessels, which come from the region of the nasal epithelium, and are exactly similar in appearance, in sections, to the median bloodvessel here under consideration. As the two olfactory nerves acquire a position one dorsal to the other, the bloodvessels accompanying each nerve collect on what was the mesial side of the nerve they accompany, and intercommunicate, but do not fuse to form a single vessel. Fig. 19 shows the arrangement in this region, the vessels accompanying each nerve forming what seems to be a retiform structure. As the olfactory nerves now pierce the cranial membranes to enter the cranial cavity, the related vessels do not enter the cavity with them, but pass to the right and left, the right vessel (in sections)

passing to the left side of the membranes enclosing the end of the cavity and the left one to the right of it, and both soon ending there. The small vessel that comes from the ethmoidal sensory chamber, and that here lies on the left side in the sections, joins the vessel that accompanies the nerve on the right hand side of the sections. There was no noticeable connection between either of these three vessels and either the arterial or venous systems of the fish.

Just what the significance of these several bloodvessels of *Conger* may be, I can not determine, but it seems a noteworthy fact that the two large ones arise in connection with the sensory epithelium of the nose, quite generally supposed to be of lateral sensory origin, and the small one in the same relation to definite lateral sensory tissues enclosed in a median cavity in the end of the snout of the fish. That the sensory tissues of this median cavity are related, morphologically, to the tissues of the median nasal sac of *Myxine* could only be possible if their innervation was similar, and this seems impossible. The suggestion can not, however, but present itself, as also the possibility of the cartilage-tipped processes that transmit the lateral sensory tubules having some relationship to the so-called "cirri" of *Paleospondylus*.

Supraorbital canal.

The supraorbital canal begins anteriorly at a pore that lies dorso-antero-mesial to the dorsal edge of the base of the nasal tube. It lies directly dorsal to the anterior pore of the ethmoidal canal, and, like that pore, lies immediately lateral to the latero-rostral fold on the end of the snout. The pore leads into the anterior terminal tube of the line, which runs at first backward and slightly mesially and enters the anterior end of the nasal bone, close to its mesial edge. Before it becomes entirely enclosed in this latter bone it is joined by, and anastomoses completely with, the posterior end of the ethmoidal canal, the point of anastomosis lying at the extreme base of the anterior supraorbital tube and but slightly anterior to the first supra-orbital sense organ.

In the nasal the supraorbital canal continues almost directly backward, first turning gradually and very slightly laterally and then

directly backward, and leaves the bone at its hind end, having traversed it its full length, along its mesial edge. As it traverses the nasal, it is not, for much the greater part of its length, entirely enclosed in bone. The mesial edge of the nasal bone is simply folded upward and laterally, so to speak, and a gutter, open laterally, is thus formed in which the supraorbital canal lies. At three different points this gutter is bridged over by a narrow bridge of bone, and at each of these three points there is a sense organ in the canal. Between each two of these three organs there is a primary tube, two of these tubes thus leaving the canal as it traverses the nasal. The anterior tube arises immediately posterior and partly opposite to the first supraorbital sense organ, and is tube No. 2 of the line. It runs laterally and forward, as a simple tube, and opens, by a single pore, on the outer end of a short tubular process, the pore lying dorso-postero-mesial to pore No. 1 infraorbital and related to that pore in the manner already fully described in describing the infraorbital canal.

Tube No. 3 supraorbital arises from the canal but slightly posterior to tube No. 2, and immediately posterior to and partly opposite organ No. 2. It is a long pouch extending backward and laterally nearly parallel to the main canal, and in all the specimens examined, excepting one, it was a blind pouch, without external opening, and so flat and delicate that it might easily be overlooked in dissection. In the one specimen in which it opened on the outer surface of the head by a pore, the pore was small and lay about half-way between the second pore of the line and the posterior nasal aperture.

Having left the nasal bone at its hind end, the supraorbital canal curves gradually backward and mesially, and is here enclosed in a fibrous tube which has become largely chondrified. The cartilaginous portion of the tube is attached posteriorly to that part of the skull to which I have already referred as being very probably the frontal part of a fronto-sphenoid bone, and it may be found either as two processes directed forward and slightly laterally, or as a nearly closed cylindrical tube. The ventro-lateral one of the two processes, where there are two, or the ventro-lateral portion of the single process, where there is but one, arises from the side wall of the skull im-

mediately anterior to, and contiguous with the anterior one of the two similar processes that support the dorsal end of the postorbital part of the main infraorbital canal. Between the bases of these supraorbital processes, and also immediately posterior to them, the outer surface of the frontal is slightly grooved, the groove running dorso-mesial to both the infraorbital processes and extending but a short distance beyond them. The posterior part of this groove marks the position of what is either the posterior end of the supraorbital canal or the base of the fifth primary tube of the line, this depending on whether the canal anastomoses with the infraorbital canal by its fifth or sixth primary tubes, a point I am unable to definitely determine. The anastomosis is quite probably by the sixth, or posterior terminal tube of the line, the canal, under this assumption, bending sharply downward and laterally, near its hind end, and passing between the infraorbital processes to join and anastomose with tube No. 9 of the infraorbital canal. The fourth sense organ of the supraorbital canal lies between the bases of the supraorbital processes, the fifth organ lying immediately posterior to it, transverse in position to it, and immediately dorsal to or even between the bases of the infraorbital processes. It is this position of this organ that seems to indicate that the supraorbital canal anastomoses with the infraorbital by its terminal tube and not by the fifth one.

Between organs 3 and 4 supraorbital, there is no primary tube or pore. The canal is however here always considerably enlarged, this enlargement undoubtedly representing an aborted primary tube. Between organs 4 and 5, at the angle formed where the canal bends sharply downward and laterally, and on the dorso-mesial aspect of the canal, a large blind pouch has its origin. This pouch extends a short distance forward of the orifice by which it communicates with the supraorbital canal, and a considerable distance backward of it. Its mesial edge lies close to the middle line of the head and close to the corresponding edge of the pouch of the opposite side, but it does not communicate with that pouch. The pouch is blind, as already stated, and is either the fifth or sixth primary tube of the supraorbital line, probably the former.

The five sense organs of the supraorbital canal are all innervated by branches of the ophthalmicus superficialis facialis, the course of which nerve will be fully described in a later work.

Preoperculo-mandibular canal.

The preoperculo-mandibular canal begins at a pore not far from the symphysis of the mandible. The connection with its fellow of the opposite side, said by Collinge (No. 12) to be "formed by a short canal in the cartilage", I could not find, nor can I determine what cartilage could be here referred to. From the first pore of the line a tube leads inward into the dentary and the canal then continues backward to the hind edge of that bone, being in parts of its course entirely enclosed in the bone, while in others it simply lies in a deep groove on its outer surface.

In its course through the dentary the canal gives off five primary tubes, in addition to the anterior terminal one, each tube opening on the outer surface of the head by a single pore, and the three posterior tubes being enlarged to form considerable pouches. Posterior to the dentary, between it and the angular, there is another pouch which represents the seventh primary tube of the line, and which had no external opening in any of my specimens. Beyond this tube, No. 7, the canal enters and traverses a deep groove on the outer surface of the angular, and immediately beyond that bone gives off a large pouch, the eighth of the line, which opens on the outer surface by a single pore.

There are thus six tubes and pores in the dentary part of the mandibular canal, one tube without a pore between the dentary and the angular, and one tube and pore between the angular and the ventral end of the preoperculum. In this length of canal there are seven sense organs, six lying in the dentary and one in the angular.

Having left the mandible at its hind end, ventral to its articulation with the quadrate, the canal comes into relation with the preoperculum, being in part wholly enclosed in that bone and in part lying along its outer surface enclosed in firm connective tissue in which there are small supporting pieces of bone. Dorsal to the pre-

operculum the canal is enclosed in a long tube of the fibrous and fibro-cartilaginous tissue characteristic of the fish, and at its dorsal end it joins the infraorbital, supratemporal, and lateral line canals in the manner already described in describing those several canals.

In the preopercular canal there are four sense organs, Nos. 8 to 11 of the line, three of them lodged in the preoperculum and one in the long tubular structure that lies dorsal to that bone. Between each two of these four organs there is a large pouch, directed backward and downward, these pouches representing primary tubes 9, 10, and 11 of the line. Tubes 9 and 10 open on the outer surface by a single pore, while tube 11 is blind. Considerably dorsal to these three pouches, in the angle between the canal and the canal of the lateral line, there is another blind pouch, directed backward and downward and representing the compound tube formed at the point where the preopercular canal joins the infraorbital, supratemporal, and lateral line canals.

Supratemporal cross-commissure, and lateral canal of the body.

The supratemporal cross-commissure extends across the dorsal surface of the fish, practically immediately dorsal to the hind end of the skull. It extends from the anterior end of the lateral canal of one side to the corresponding end of the canal of the other side, and lies in a groove that separates the muscles of the head from those of the trunk. It contains four sense organs, two on each side, the organs lying in cylindrical tubes that are partly of bone and partly of fibro-cartilage, and that lie in the outer edge of the tough aponeurosis that rises from the hind edge of the skull and separates the muscles of the head from those of the trunk. Between the two tubes on each side, there arises from the dorsal surface of the commissure a primary pouch which extends forward a short distance in front of the commissure and backward a considerable distance behind it. This pouch is usually blind, but a pore sometimes opens from its hind end on to the outer surface of the body. In the mid-dorsal line of the body another but smaller pouch arises from the dorsal surface of the commissure and extends both forward and backward of it, the forward

extension being longer than the posterior one. At the hind end of this pouch a round and median pore opens on the outer surface, the pore lying almost directly dorsal to the hind end of the short spina occipitalis of the skull.

The lateral end of the commissure is directly continuous with the dorsal end of the preoperculo-mandibular canal, and at the point where the two canals unite the lateral canal of the body begins, and from there runs backward in a straight line as far as it was traced, which was only to the level of the end of the pectoral fin. In this anterior part of the length of the canal it communicates with the outer surface, at regular intervals, by short primary tubes directed ventro-laterally and each ending in a small round pore. The anterior tube and pore of the line have fused with the terminal tubes and pores of the infraorbital, supratemporal, and preopercular canals, and are represented in the large blind pouch arising near the dorsal end of the preopercular canal, as already several times stated. Between this pouch and the next succeeding primary tube of the line, and also between every two succeeding primary tubes of the line, so far as it was examined, there is a sense organ, wholly or partly enclosed in a short, cylindrical tube or scale of bone. These organs are all innervated by relatively long branches of the linea lateralis vagi, the two organs of the supratemporal commissure being innervated by an independent nerve, probably a branch of the linea lateralis which issues from the skull by a foramen distinct from that by which the latter nerve has its exit

The lateral canal of the body of Conger, as thus above described, includes all that part of the main horizontal sensory canal of the fish that is innervated by the nervus lineae lateralis vagi. This canal, in Conger, is not a direct posterior continuation of the main infraorbital canal, as has been already stated in describing the latter canal. It seems to be, much more, a continuation, at an angle, of the supratemporal commissure, Conger agreeing in this with *Chimaera* (No. 10), and *Mustelus* (No. 7). In *Laemargus* (No. 14), on the contrary, the main lateral canal of the body extends a short distance anterior to the supratemporal commissure, as it does also in the diagram that Ewart gives (No. 14, fig. 2) for selachians in general. The anterior

portion of this lateral canal of selachians, and also the supratemporal commissure, become, in bony fishes, enclosed in bones that are generally supposed to become incorporated in the skull of higher vertebrates. To determine whether this be so or not, forms no serious part of this investigation, but it may be noted that Sagemehl (No. 24, pp. 48 and 107) considered them as parts of the secondary shoulder girdle. This I have already once had occasion to refer to (No. 4, p. 365), and I have also once had occasion to quite fully discuss the bones of this region (No. 3). I now wish to call attention to certain further irregularities and peculiarities of these bones.

In *Amia* (No. 1) the supratemporal cross-commissure lies in the extrascapular bone of Sagemehl's descriptions, that bone being the supratemporal bone of English authors. The bone lodges four sense organs, one of which lies in the main lateral canal directly opposite the lateral end of the commissure. The four organs are innervated by branches of the supratemporal branch of the *nervus lineae lateralis vagi*, that nerve also innervating one sense organ that lies in the suprascapular, or posttemporal bone of the fish. Anterior to the extrascapular there is, in the hind portion of the squamosal, a sense organ innervated by a lateral sensory nerve that issues from the cranium with the *nervus glossopharyngeus*. The preopercular lateral canal joins the main horizontal canal at the anterior end of the glossopharyngeal section of that canal, between it and the hind end of the otic section of the canal. A transverse line of surface pit organs, my middle head line, continues mesially the line of the dorsal end of the preopercular canal.

In *Scomber* (No. 9) the arrangement is the same as in *Amia*, excepting that the posterior organ in the squamosal canal of the fish is innervated by a branch of the supratemporal branch of the *linea lateralis vagi* instead of by a branch of the *glossopharyngeus*.

In *Polypterus* (No. 5) the arrangement is practically the same as in *Amia*, if the innervation given by Pollard (No. 22) is correct, excepting that the preopercular canal does not join the main horizontal canal and that the supratemporal bone is represented by three bones instead of by a single one.

In *Menidia* (No. 17) the arrangement is as in *Scomber*, the posterior squamosal organ being post-preopercular in position and being innervated by an anterior branch of the supratemporal branch of the *nervus lineae lateralis*.

Ameiurus melas (No. 18) differs from *Scomber* and *Menidia*, and agrees with *Amia* and *Polypterus*, in that the posterior squamosal organ is innervated by a supratemporal branch of the glossopharyngeus, which nerve also innervates a middle head line of pit-organs "consisting usually of two large pit organs on each side forming a transverse line across the top of the head a very short distance caudad of the union of the opercular canal with the main canal in the squamosal". In this fish Herrick says there is no vestige of a supratemporal commissure; but there is a small post-squamosal ossicle, containing a sense-organ, which Herrick considers as probably corresponding to "the lateral extrascapular or supratemporal bone" of *Polypterus*, *Gadus*, and certain other fishes.

In *Gadus* (No. 11) the arrangement is somewhat different. In this fish the preopercular canal does not join the main horizontal canal, but its dorsal end lies practically opposite the hind end of the otic section of that canal; thus here agreeing with the several other fishes above referred to. It differs however radically from those fishes in that the squamosal does not extend posterior to this point and there lodge a sense organ innervated by a post-auditory nerve. In *Gadus* a so-called supratemporal ossicle lies immediately behind the otic section of the main horizontal canal, and it is said to not be directly related to a lateral sensory organ. Such an organ, called by Cole organ No. 3 of the lateral canal, lies, however, between this little ossicle and the adjacent supratemporal ossicle, and as this latter ossicle lodges organ No. 2 of Cole's nomenclature, the first mentioned ossicle can be assumed to be genetically related to organ No. 3. This latter organ is innervated by an anterior branch of the supratemporal branch of the *nervus lineae lateralis*, and would accordingly seem to be the homologue of the organ similarly innervated in *Scomber*, which organ seems to be the homologue of the glossopharyngeal organ of *Amia*. The separate ossicle of *Gadus* would then be the homologue of a

posterior portion of the squamosals of *Amia*, *Polypterus*, and certain other teleosts. The possibility or even probability of such an homology, I have had already occasion to refer to (No. 4), and it is here again referred to because of the exceptional conditions found in *Conger*. In this fish an ossicle without related organ occupies the region between the hind end of the otic section of the squamosal canal and the supratemporal commissure; this commissure lies directly dorso-mesial to the dorsal end of the preopercular canal; and there is no pre-commissural organ innervated by a postauditory nerve. The commissure thus corresponds, in certain respects, to the middle head line of pit organs of *Amia* and the other fishes above referred to, while in others it corresponds to the supratemporal commissure of those fishes. That it is the commissure and not the middle head line seems to me definitely proven by the position of the corresponding commissure in *Muraena helena*; and there is, moreover, a transverse line of surface sense organs having quite definitely the position of a middle head line, as will be later described.

Are then the post-squamosal ossicles of *Conger* and *Gadus* homologous, and do they represent in those fishes the posterior portion of the squamosals of *Amia*, *Polypterus*, and certain teleosts? And if so why is there no related organ in *Conger*? These are questions to which my work gives no definite solution, though a very probable solution will be later referred to. My work does however definitely show that the dermal component of the squamosal element of the skull is not of equal value in all fishes.

Surface sense organs.

Several well-defined lines of surface sense organs are regularly found on the head of each of the several Muraenidae examined, and are shown in the drawings. Other, scattered, and less important organs are also found, but are not shown in the drawings. These surface organs were more particularly studied in *Conger*. In this fish certain of the organs that are arranged in lines are larger than the others, and certainly belong to the same category as the pit-organs of *Amia* and certain other fishes, the remaining ones seeming to represent two

or more stages intermediate between pit organs and terminal buds. As, however, I have not yet been able to trace the nerves that innervate any of them to their centres of origin in the brain, it is impossible to tell definitely to which category, lateral sensory, or communis, any of them belong. Two lines of these organs, on each side of the snout of Conger, have already been referred to. One of them encircles the ventral margin of the nasal tube, and is quite certainly a lateral sensory line forming part of the ethmoidal commissure of the fish; the other extends vertico-longitudinally along the edge of the latero-rostral dermal fold, and may perhaps belong to the communis system. The nerves that innervate these two lines of organs could not be traced either in my sections or in dissections. The nerves that innervate the other lines could, with two exceptions, be traced, in dissections, from the organs they innervate to the points where they either join one of the main nerve trunks, or enter, independently, canals in the bones of the skull. Farther than that I have not as yet attempted to trace them, my work so far thus only showing to which one of the several cranial nerves the nerve-fibres innervating the several lines belong.

Two of the lines of larger organs are found on the top of the head, and seem to represent the anterior and middle lines of pit-organs of *Amia*. The nerve that innervates the anterior line issues from the skull by a small foramen that lies on the top of the skull in the sutural line between the frontal and parietal bones. It runs backward a short distance on the roof of the skull, then turns sharply mesially till it reaches the mid-dorsal line, and there turns upward around the mesial edge of the adductor mandibulae muscle and then laterally along the dorsal surface of that muscle. There it soon separates into two main branches, one running forward and the other backward, and sends branches to the several organs of the line. The peculiar course of this nerve is evidently due to its having been pushed out of its primary position by the adductor mandibulae muscle, as that muscle gradually encroached upon the dorsal surface of the skull.

The line that apparently represents the middle head-line is innervated by two nerves that issue separately by two foramina on the

posterior surface of the skull, one lying close to the foramen magnum and the other considerably lateral to it. The two nerves, having issued from their respective foramina, run backward and upward along the reentrant posterior surface of the skull, at the dorsal edge of which they pierce, and then pass upward along the anterior surface of the aponeurosis that arises from the hind edge of the skull and separates the adductor muscle from the trunk muscles. The two nerves then run forward along the dorsal surface of the adductor muscle, one nerve innervating the mesial half of the line of organs and the other the lateral half. The nerve that innervates the latter half of the line is accompanied by, or is a branch of, the nerve that innervates the two sensory organs of the supratemporal commissure.

On the cheek of the fish there are also two lines of the larger surface organs, and one well-marked line of organs of intermediate size. These latter organs form an S-shaped line near the base of the gill-cover, and the nerve that innervates them could not be traced. The more important one of the other two lines is noteworthy, because of its relative importance and also because of its relations to the underlying bones of the skull. It usually begins slightly lateral and posterior to the lateral end of the middle head line of surface organs, and runs directly forward about half the distance to the eye, where it turns downward and backward in a curved line somewhat concentric with the hind margin of the eye. The horizontal portion of this line lies practically superficial to the posterior half of the squamosal lateral canal, the angle where the line turns downward lying approximately superficial to the postorbital process of the skull. This latter process, as already stated, lies about halfway between the interorbital opening and the hind end of the skull, thus not having its accustomed relations to the eye-ball and the interorbital region. The vertical portion of the line of organs, the part that is approximately concentric with the orbit, thus holds a position relative to the postorbital process of the skull that the postorbital part of the main infraorbital canal holds in the other teleostean fishes heretofore described.

The horizontal portion of the line is innervated by a nerve that

arises from the anastomosis of two nerves, one having its origin from the facialis and the other being a branch of a supratemporal branch of the glossopharyngeus or vagus, I could not definitely determine which. The nerve that has its origin from the facialis runs backward internal to the hyomandibular, closely accompanying, and partly anastomosed with, the ramus opercularis facialis, and would seem to be a part of that nerve. The nerve with which is anastomosed would then probably be the glossopharyngeus, for Goronowitsch (No. 15a, p. 46) has recorded the anastomosis of the opercularis facialis with a branch of the glossopharyngeus in both *Lota* and *Esox*. The nerve resulting from this anastomosis, in *Conger*, turns backward and outward around the hind edge of the hyomandibular, dorsal to its opercular head. There it sends a large branch backward and downward in the subcutaneous tissues of the gill-cover, another large branch passing outward around the hind edge of the adductor mandibulae muscle and then forward along the outer surface of that muscle, where it sends certain branches to the general tissues and one to the line of sense organs here under consideration. These organs, so far as my work shows, may accordingly be innervated either by the facialis, or by the glossopharyngeus or vagus; and, in so far as their general appearance is concerned, they might belong either to the category of pit-organs or to that of terminal buds, though probably to the former. If they be pit-organs it is practically certain that they cannot be innervated by the facialis, for there is no single instance that I know of, of lateral sensory fibres accompanying the ramus opercularis of that nerve.

The vertical portion of the line of sense organs is innervated by a branch of a relatively large nerve that issues through a small foramen on the outer surface of the hyomandibular, and that is a branch of the truncus hyoideo-mandibularis facialis. Having issued from its foramen, it runs downward and forward along the outer surface of the hyomandibular, and then pierces the adductor mandibulae muscle and issues on its outer surface. There it separates into two parts, the larger one of which runs forward, passes internal to the postorbital portion of the infraorbital canal and, running forward below

the eye, innervates a line of surface sense organs that lies directly superficial to a section of the infraorbital canal extending from the level of the centre of the eye forward to a point about halfway between the eye and the anterior nasal aperture. The other portion of the nerve runs downward and forward a short distance and then turns backward and upward, and continuing in this direction sends branches backward or upward to each of the organs of the vertical line of surface organs here under consideration. This latter line of organs is thus quite certainly the homologue of the vertical cheek line of pit-organs of *Amia*, and the line of organs below and in front of the eye the homologue of the horizontal cheek line of pit-organs of *Amia*; its position in *Conger* agreeing exactly with that of a similar line in *Esox* (No. 9). The line of organs that lies parallel and nearly superficial to the squamosal canal, then has no homologue in *Amia*, but if it be a lateral sensory line innervated by a lateral sensory branch the glossopharyngeus, it might represent that postotic squamosal organ that has been shown to be lacking in the lateral canals of *Conger*. As this innervation of the line is certainly possible, one would then have the curious fact of a line of surface organs representing an organ that is usually found enclosed in a canal, while at the same time the section of canal that should lodge this organ is enclosed in a canal bone exactly as if the organ were there present. While this would certainly complicate the question of the exact relationship of the organ to the bone, it would just as certainly further confirm some close relationship between them. It would even then seem as if the vertical and horizontal cheek lines of pit-organs must have, or must have had, some related bones; though what they could have been is not apparent.

Four other lines of surface organs remain to be described, three on the head, and one on the lower jaw. They are all formed of organs smaller than those just above described. One of the three head lines is a short line that lies superficial to the dorsal portion of the postorbital section of the main infraorbital canal. Its innervation could not be traced. A second line runs downward between the eye and the posterior nasal aperture, nearly to the level of the main

infraorbital canal where it turns forward and is continued a considerable distance. A third line lies dorso-mesial to the posterior nasal aperture, and is continued forward to the end of the snout by an irregular line, or scattered group, of much smaller organs. The organs of the second line, and the larger organs of the third line, are all innervated by a branch of a nerve that accompanies the ramus ophthalmicus superficialis, and that could be traced backward with that nerve, but as a separate strand, to the foramen by which it issued from the skull. The second line forms, together with the postorbital part of the main infraorbital canal, the vertical cheek line of pit-organs, the preopercular canal line, and the S-shaped line on the gill-cover, five descending sensory lines of the side of the head of the fish.

The line of surface organs on the lower jaw lies slightly mesial to, and parallel to, the anterior end of the mandibular sensory canal. It is innervated by a nerve that is associated with, if not a branch of, a large nerve that is distributed to the dermal tissues of the dorso-lateral part of the mandible. The united nerves turn upward at the hind end of the mandible, there passing external to all the ligaments that connect the mandible with the opercular bones, the suspensorial apparatus, and the ceratohyal. Passing internal to the adductor mandibulae muscle, the nerves run upward along the outer surface of the fused quadrate and hyomandibular and enter a foramen between the adjoining edges of those two bones, there joining the truncus hyoideo-mandibularis facialis. The mandibular line of surface organs would thus seem, from its innervation, to correspond to the mandibular line of pit-organs of *Amia*.

Palais Carnolès, Menton. May 18th, 1902.

Literature.

1. Allis, Edward Phelps jr., The Anatomy and Development of the Lateral Line System in *Amia calva*. Journ. Morph. Vol. 2, No. 3. April 1889.
2. — The Cranial Muscles and Cranial and First Spinal Nerves in *Amia calva*. Journ. Morph. Vol. 12, No. 3. March 1897.
3. — On Certain Homologies of the Squamosal, Intercalar, Exoccipitale and Extrascapular Bones of *Amia calva*. Anat. Anz. Bd. 16, Nos. 3 u. 4. 1899.
4. — A Reply to Certain of Cole's Criticisms of my work on *Amia calva*. Anat. Anz. Bd. 15, Nos. 19 u. 20. 1899.
5. — The Lateral Sensory Canals in *Polypterus bichir*. Anat. Anz. Bd. 17, No. 23. 1900.
6. — The Premaxillary and Maxillary Bones, and the Maxillary and Mandibular Breathing Valves of *Polypterus bichir*. Anat. Anz. Bd. 18, Nos. 11 u. 12, 1900.
7. — The Lateral Sensory Canals, the Eye-Muscles and the Peripheral Distribution of Certain of the Cranial Nerves of *Mustelus laevis*. Quart. J. Microsc. Science. Vol. 45, N. S., Part. 2. Nov. 1901.
8. — On Certain Features of the Lateral Canals and Cranial Bones of *Polyodon folium*. (In press.)
9. — The Skull, and the Cranial and First Spinal Muscles and Nerves in *Scomber scomber*. (In press.)
10. Cole, Frank J., On the Cranial Nerves of *Chimaera monstrosa*, Linn. with a discussion of the Lateral Line System and of the Morphology of the Chordata tympani. Trans. Roy. Soc. Edin. Vol. 38, Pt. 3, No. 19. 1896.
11. — Observations on the Structure and Morphology of the Cranial Nerves and Lateral Sense Organs of Fishes; with Special Reference to the Genus *Gadus*. Trans. Linn. Soc. London. Vol. 7, Part. 5. Oct. 1898.
12. Collinge, Walter E., On the Sensory Canal System of Fishes, Teleostei. Proc. Zool. Soc. London. Apr. 2nd, 1895.
13. Dahlgren, Ulric., The Maxillary and Mandibular Breathing Valves of Teleost Fishes. Zool. Bull. Vol. 2, No. 3. 1898.
14. Ewart, J. C., The Lateral Sensory Organs of Elasmobranchs. I. The Sensory Canals of *Lemargus*. Trans. Roy. Soc. Edin. Vol. 37, Pt. 1. Nos. 5/6, 1897.
15. Garman, Samuel, On the Lateral Canal System of the Selachia and Holocephala. Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard. Vol. 17, No. 2. Sept. 1888.
- 15a. Goronowitsch, N., Der Trigeminofacialis-Komplex von *Lota vulgaris*. Festschrift für Carl Gegenbaur. Leipzig 1896.

16. Günther, Albert, Handbuch der Ichthyologie. Wien 1886.
 17. Herrick, C. Judson, The Cranial and first Spinal Nerves of Menidia: a contribution upon the Nerve Components of the Bony Fishes. Jrnl. Comp. Neurology, Vol. 9, Nos. 3 and 4. Oct. 1899.
 18. — The Cranial Nerves and Cutaneous Sense Organs of the N. American Siluroid Fishes. Jrnl. Comp. Neurology, Vol. 11. Nr. 3. Oct. 1901.
 19. Houghton, W., On the Canals in the head of the Eel. London 1864.
 20. — Note on the existence of a pair of subcutaneous Orifices in the head of the Eel and Conger. Quart. Jrnl. Mic. Science, Vol. 4. (N. S.)
 21. Merkel, Fr., Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. Rostock 1860.
 22. Pollard, H. B., On the Anatomy and Phylogenetic Position of Polypterus. Zool. Jahrb., Bd. 5, H. 3/4. Oct. 20th, 1892.
 23. Sagemehl, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. I. Das Cranium von *Amia calva*. Morph. Jahrb. Bd. 9, H. 2. 1888.
 24. — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Das Cranium der Characinidae nebst allgemeinen Bemerkungen über die mit einem Weberschen Apparat versehenen Physostomen-Familien. Morph. Jahrb. Bd. 19, H. 1. 1884.
-

Explanation of Plates.

Index Letters.

<i>ana</i>	Anterior nasal aperture.	<i>llo</i>	Lateral line sensory organ.
<i>eo</i> ¹⁻²	Ethmoidal lateral sensory organs.	<i>NA</i>	Nasal bone.
<i>ep</i> ¹	Ethmoidal pore ¹ .	<i>ol</i>	Olfactory nerve.
<i>e²s¹p</i>	Compound pore, ethmoidal ² — subraorbital ¹ .	<i>pmo</i>	Preoperculo-mandibular lateral sensory organs.
<i>e²s²p</i>	Compound pore, ethmoidal ² — supraorbital ² .	<i>pmp</i> ¹⁻¹¹	Preoperculo-mandibular pores or pouches.
<i>hsc</i>	Horizontal semicircular canal of ear.	<i>pna</i>	Posterior nasal opening.
<i>ic</i>	Infraorbital lateral canal.	<i>POP</i>	Preoperculum.
<i>io</i> ¹⁻¹⁰	Infraorbital lateral sensory organs.	<i>so</i> ¹⁻⁵	Supraorbital lateral sensory organs.
<i>ip</i> ¹⁻⁶	Infraorbital pores or pouches.	<i>sp</i> ¹⁻⁵	Supraorbital pores or pouches.
<i>i¹¹pm¹²p</i>	Compound pouch, infraorbital ¹¹ — preoperculo-mandibular ¹² .	<i>SQ</i>	Squamosal.
<i>i⁹s⁹p</i>	Compound pouch, infraorbital ⁹ — supraorbital ⁹ .	<i>sto</i> ¹⁻²	Supratemporal lateral sensory organs.
		<i>stp</i> ¹⁻²	Supratemporal pores or pouches.
		<i>tr</i>	Trochlearia.
		<i>v</i>	Blood vessel.

Description of Plates.

- Fig. 1. Side view of the head of *Ophichthys serpens*, showing the pores of the lateral sensory canals, and the more evident surface sense organs. Natural size.
- Fig. 2. Top view of the same. Natural size.
- Fig. 3. Bottom view of the same. Natural size.
- Fig. 4. Diagrammatic lateral view of the lateral sensory canals on the head of the same, a few of the enclosed sense organs, that were distinctly evident in dissections, alone being shown. Natural size.

- Fig. 5. Side view of the head of *Myrus vulgaris*, showing the pores of the lateral sensory canals and the more evident surface sense organs. Natural size.
- Fig. 6. Top view of the same. Natural size.
- Fig. 7. Bottom view of the same. Natural size.
- Fig. 8. Diagrammatic lateral view of the lateral sensory canals on the head of the same, a few of the enclosed sense organs, that were distinctly evident, alone being shown. Natural size.
- Fig. 9. Side view of the head of *Muraena helena*, showing the pores of the lateral sensory canals, and the more evident surface sense organs. Natural size.
- Fig. 10. Top view of the same. Natural size.
- Fig. 11. Bottom view of the same. Natural size.
- Fig. 12. Diagrammatic lateral view of the lateral sensory canals on the head of the same, a few of the enclosed sense organs, that were distinctly evident, alone being shown. Natural size.
- Fig. 13. Side view of the head of *Conger conger*, showing the pores of the lateral sensory canals, and the more evident surface sense organs. $\times \frac{1}{2}$.
- Fig. 14. Top view of the same. $\times \frac{1}{2}$.
- Fig. 15. Bottom view of the same. $\times \frac{1}{2}$.
- Fig. 16. Top view of the same, showing the lateral sensory canals and primary tubes. $\times \frac{1}{2}$.
- Fig. 17. Top view of the end of the snout of *Conger*, showing the ethmoidal and supraorbital lateral canals. Natural size.
- Fig. 18. View of the end of the snout of *Conger*, taken from in front and below, showing the pores and surface sense organs of the region. Natural size.
- Fig. 19. Part of a transverse section through the interorbital region of an 80 mm *Conger*, showing the olfactory nerve and related bloodvessels. $\times 40$.
- Fig. 20. Part of a transverse section through the auditory region of an 80 mm *Conger*, showing the squamosal lateral sensory canal, and the semicircular canals of the ear. $\times 40$.
- Fig. 21. Diagrammatic lateral view of the lateral sensory canals and surface sense organs of the head of *Conger*, showing also the peripheral portions of the nerves that innervate the organs. Natural size.



(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Berlin.)

Histochemische Untersuchungen über das bindegewebige Gerüst der Milz der Wirbeltiere.

Von

F. Lehrell,
Zahnarzt aus Neustrelitz.

(Mit 8 Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

- I. Einleitung.
 - II. Allgemeine Litteratur-Uebersicht.
 - III. Material und Methoden.
 - IV. Schilderung der Untersuchungsergebnisse.
 - A. Anordnung und histochemisches Verhalten des interstitiellen Gewebes der Milz von Mensch und Chimpanse.
 - 1. Vorbemerkungen.
 - 2. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Kalilauge (nach Henle).
 - 3. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Chromsilberimprägnation (nach Oppel und Kopsch).
 - 4. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Orcein und Resorcin-Fuchsin.
 - 5. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst des van Gieson'schen Gemisches.
 - 6. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Trypsinverdauung aufgeklebter Schnitte (Hoehl).
 - 7. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst der Mallory'schen Haematoxylinlösung.
 - Zusammenfassung der Resultate.
 - B. Histochemisches Verhalten des interstitiellen Gewebes der Milz niederer Wirbeltiere (Columba, Emys, Tropicodonotus, Bufo, Esox). (Hatteria, Ichthyophis, Protopterus.)
-

I. Einleitung.

Zwei Ansichten über die Circulationsverhältnisse der Milz stehen bis heute einander gegenüber, ohne dass eine bestimmte Entscheidung nach der einen oder nach der anderen Seite hin erzielt worden wäre.

Der von Billroth [5—8] aufgestellten Lehre von dem continuierlichen Blutkreislauf in der Milz steht gegenüber die durch W. Müller zuerst vertretene Anschauung von dem intermediären Kreislauf.

Unter der grossen Zahl der späteren Untersucher finden sich Anhänger sowohl der einen, wie der anderen Anschauung. Es hat auch nicht gefehlt an Autoren, welche beide Lehren vereinigen und entweder für das gleichzeitige Vorhandensein beider Arten des Kreislaufes in der Milz eintreten oder bei der einen Wirbeltierklasse einen geschlossenen, bei der anderen einen intermediären Kreislauf gefunden haben.

Ein neuer Streit ist in letzter Zeit entstanden über die Natur des interstitiellen Gewebes der roten Milzpulpa.

Einzelne Autoren sprechen in einseitiger Berücksichtigung bestimmter färberischer Reactionen die zwischen den capillaren Venen der roten Milzpulpa gelegenen Fasern als elastische (von Ebner [13], Schumacher [88, 89]), während andere Autoren (Hoehl [33, 34], Hoyer [38] und andere) dieselben zum reticulären bez. zum collagenen Bindegewebe rechnen.

Es schien demnach wünschenswert zu sein, sämtliche histochemische Methoden, welche zur Unterscheidung der beiden Faserarten bisher angewendet wurden, auf die Fasern der Milz anzuwenden, auf ihren Wert hin zu prüfen und unter gleichmässiger Berücksichtigung der erzielten Resultate die Entscheidung zu treffen.

Zu dieser Arbeit, die ich im I. Anatomischen Institut zu Berlin anfertigte, erhielt ich die Anregung von Herrn Privatdocent Dr. Kopsch, welcher mir auch Material zu dieser Arbeit in liebenswürdigster Weise überlassen hat, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Ferner erhielt ich in Basel die drei systematisch wichtigen Formen niederer Wirbeltiere (*Hatteria punctata*, *Ichthyophis glutinosus*, *Protopterus annectens*) durch Herrn Prof. Dr. Rud. Burkhardt.

Als ich mit dieser Untersuchung beschäftigt war, erschienen die den gleichen Gegenstand behandelnden Abhandlungen von Thomé [103], Weidenreich [109] und Hoyer [38], von welchen ich erst nach Beendigung meiner Untersuchungen Kenntnis erhielt. Es gereicht mir zur besonderen Genugthuung, feststellen zu können, dass zwischen unseren Resultaten in Bezug auf die Frage des bindegewebigen Gerüsts der Milz eine Uebereinstimmung darin besteht, dass wir es zum reticulären Bindegewebe gehörig rechnen. Andererseits ist meine Untersuchung auch an Vertretern niederer Wirbeltiere (Hecht, *Esox lucius* — Kröte, *Bufo vulgaris* — Schildkröte, *Emys europaea* — Ringelnatter, *Tropidonotus natrix* — Taube, *Columba domestica*) angestellt, welche von den genannten Autoren nicht behandelt worden sind. Die Milz des Menschen berücksichtige ich auch, weil sie bisher am meisten untersucht worden ist und Anlass zu den meisten Streitfragen gegeben hat und ausserdem die Milz des Chimpansen, weil wir in ihm ein dem Menschen näher verwandtes Tier haben, welches, so viel ich weiss, noch nicht Gegenstand der Untersuchungen gewesen ist.

II. Allgemeine Litteratur-Uebersicht.

Das zwischen den capillaren Venen der roten Milzpulpa gelegene Fasernetz, insbesondere die um die capillaren Venen gelegenen Ringfasern sind zuerst von Henle [27] und Billroth [5] nachgewiesen, später von einzelnen Autoren geleugnet, dann aber wieder von vielen anderen durch färberische Isolation zur Anschauung gebracht worden.

Ehe ich nun auf die Eigentümlichkeiten dieser Elemente eingehe, will ich kurz dasjenige zusammenfassen, was über sie bekannt geworden ist, und will dabei die Methoden hervorheben, durch welche diese Fasern zur Darstellung gebracht worden sind.

Wohl der erste, welcher die Kreisfasern der capillaren Venen im Zusammenhange darstellte und eine treffende ausgezeichnete Abbildung derselben brachte, war Henle [27]. Er trocknete die Milz und weichte die Schnitte nachher in destilliertem Wasser wieder auf. In den Fällen jedoch, wo hierbei die Verfolgung des netzförmigen Stromas unmöglich war, wandte er verdünnte Kalilösung an, die gerade stark genug sein musste, um die zelligen Elemente zu lösen, ohne das Binde-

gewebe anzugreifen. Nötig ist hierbei, die in Wasser aufgeweichten Schnittchen in dem Reagens kurze Zeit liegen zu lassen oder sie hin und her zu bewegen, — bis sie gallertig durchsichtig geworden sind. Als Concentration giebt Henle [28] ein Uherschälchen voll Wasser, dem zwei Tropfen concentrirte Kalilösung zugesetzt sind, an. Auch Behandlung mit Essigsäure wird hier empfohlen, und man soll durch abwechselnde Behandlung mit Essigsäure und verdünnter Kalilösung an demselben Präparate bald ein helles Netz auf dunklem, bald ein dunkles Netz auf hellem Grunde zu sehen bekommen.

Eine der gewöhnlichsten, früher oft angewandten Methoden, der wir auch die erste Darstellung von dem Fasersystem in der Milz verdanken, ist die Darstellung durch Auspinseln von Schnitten des gehärteten Organs. Auf diese Weise wurden sie durch Billroth [7] dargestellt. Stieda [96] aber konnte weder bei Säugetieren noch beim Menschen dieses feine bindegewebige Fasernetz mit Sicherheit überhaupt nachweisen. Auch Schenk [86] hält die Methode der Auspinselung zur Sichtbarmachung des Balkennetzes der Milz für vorteilhaft. Aehnlich ist es mit fast allen Lehrbüchern der Histologie, die diese Methode empfehlen. Ich will hier nur Orth [76] erwähnen, der gerade auf das circular verlaufende fibrilläre Netz der capillaren Venen aufmerksam macht.

Mit fortschreitender Technik lernte man auch allmählich die Milzfasern auf färberischem Wege darstellen, und hier zeigte sich wohl zum erstenmal ein besonderes histochemisches Verhalten der Milzfasern gegenüber den anderen in der Milz vorkommenden Gewebs-elementen, indem man nach Vorbehandlung mittelst verschiedener Fixierungsingredientien eine Färbung mit den gebräuchlichsten Farbstoffen folgen liess.

Fast jeder Autor giebt eine besondere Methode an, und es würde zu weit führen, die Autoren und ihre Methoden hier alle aufzuführen zu wollen. Ich werde deshalb nur diejenigen erwähnen, welche zur Kenntnis der Milz in hervorragender Weise Beiträge geliefert haben.

Dass Billroth [7] versucht hat, auch auf andere, als die oben angeführte Weise, den Bau der Milz aufzuklären, ist wohl nicht wunderbar. So empfiehlt er Vorbehandlung mit Chromsäure, chromsaures

Kali, Alcohol, darauf eine Behandlung der Schnitte mit kaustischem Natron, Färbung mit Carmin und nachfolgender Aufhellung in Terpentinöl. Dagegen soll Essigsäure (Billroth [5]) die Elemente der Milz völlig unklar machen.

Zur Isolation empfiehlt Köl liker [44] Maceration in 20 % Salpetersäure.

H. Hoyer [36] fertigt Corrosionspräparate an, auch Maceration und Fixierung in Sublimat. Als Färbung verwandte er meist die Ehrlich-Biondi'sche Farbmischung, auch mit der von R. Heidenhain angegebenen Modification. Einer Färbung mit Haematoxylin redet er nur da das Wort, wenn eine Härtung durch Chromsäure vorangegangen ist.

Kultschitzky [51], dessen Ansicht deshalb besonders interessant ist, weil er von der Billroth'schen Auffassung zur Müller'schen überging, färbte die elastische Substanz mit Magdalarot und Metylenblau, nachdem das Präparat vorher in der von Kultschitzky angegebenen Lösung oder in Spiritus, dem etwas Essigsäure zugesetzt, fixiert war. Hierdurch konnte er feststellen, dass in der Milz viel mehr elastische Fasern vorhanden sind, als man bis zu seiner Zeit angenommen hatte. Auch die Färbung der Blutgefäße mit Patentsäurerubin, dem eine Nachbehandlung mit Helianthin, Mandarin, Orange, Chinablauf etc. folgte, ist diesen Methoden zuzurechnen.

Auf eigenartigem Wege gelangte Robertson [82] zur Darstellung der Milzfasern. Er injizierte die Milz mit einer $\frac{1}{2}$ % Silbernitratlösung und stellte auf diese Weise die Wandung der capillaren Venen und die dazugehörigen Milzfasern dar. Die Präparate wurden dann in Chromsäure und Spiritus gehärtet.

Durch eine Modification der Chromsilberimprägnation stellte Oppel [75] die Bindegewebsfasern der menschlichen Milz dar und bezeichnete die in der roten Milzpulpa gelegenen Fasern als Gitterfasern.

Mittelst Pankreatinverdauung wurde das bindegewebige Gerüst von Mall [64] und Hoehl [33, 34] dargestellt. Es ist nämlich hiergegen sehr resistent und es gelang besonders Hoehl, es hierdurch isoliert in überraschender Schärfe zur Darstellung zu bringen. Hoehl bildete diese von Ewald und Kühne angegebene Methode weiter aus,

indem er die Schnitte auf dem Objectträger mit Trypsin behandelte und sie nachher färbte.

v. Ebner [13] behandelt dünne Celloidinschnitte von Milzschnitten, die mit Zenker'scher Flüssigkeit behandelt waren, mit Orcein und färbte so sämtliche in der Milz vorhandene Fasern. Er hebt besonders hervor, dass die circulären Fasern der capillaren Venen Billroths sich mit Orcein tief braun färben und an den grösseren Venen in elastische Fasernetze übergehen. Auch Böhm [10] konnte auf diese Weise die Milzfasern zur Anschauung bringen. v. Schumacher [88, 89] prüfte in dieser Beziehung die Angaben der beiden letzteren Autoren nach und konnte die Darstellbarkeit dieser Fasern durch Orcein bestätigen. Ausserdem gelang es ihm auch mit Hilfe des Weigert'schen Resorcin-Fuchsins dieselben sichtbar zu machen, doch hebt er hervor, dass beide Färbemittel ziemlich lange einwirken müssen, um diese Fasern deutlich hervortreten zu lassen und dass die Färbekraft durch Erwärmen unterstützt werden muss.

Entgegen dieser Anschauung von der elastischen Natur der in Rede stehenden Fasern betont Hoehl [33, 34] das refractäre Verhalten gegen die Färbung mit saurem Orcein und einen besonderen, für elastische Fasern specifischen Farbstoff, welchen er seinerzeit von Spalteholz erhalten hatte, den aber die betreffende chemische Fabrik nicht wieder liefern konnte, hebt jedoch andererseits die Prägnanz und Intensität der Färbung mit *neutralem* Orcein hervor.

In gleicher Weise zeigt Livini [60], dass bei einer Orceineinwirkung, welche die elastischen Häute der Arterien und die spärlichen elastischen Fasern in der Adventitia der Gefässe und die elastischen Elemente der Trabekeln und der Kapseln scharf und deutlich hervorbringt, weder die Fasern des reticulären Bindegewebes der Malpighischen Körperchen, noch die Fasersysteme der roten Milzpulpa gefärbt werden.

III. Material und Methoden.

Wie schon in der Einleitung erwähnt worden, dienten zur Untersuchung von Säugetieren: die Milz vom erwachsenen und neugeborenen Menschen, ausserdem die Milz vom Chimpanse (Troglodytes niger); von Vögeln: die Taube (Columba domestica), von Reptilien: die Sumpf-

schildkröte (*Emys europaea*), sowie die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*) und *Hatteria punctata*; von Amphibien: die gemeine Kröte (*Bufo vulgaris*) und *Ichthyophis glutinosus*; von Fischen: der Hecht (*Esox lucius*) und *Protopterus annectens*.

Die Fixierung geschah mit Rücksicht auf die nachfolgende Behandlung entweder in Alkohol, oder mit der von Kopsch angegebenen Mischung von Formol-Kaliumbichromat oder in concentrirter Sublimatlösung.

Die Fixierung in Alkohol erfolgte mit Rücksicht auf die Anwendung der Methode Oppels [74] zur Darstellung der „Gitterfasern“. Die Behandlung mit Formol-Kaliumbichromat nach Fr. Kopsch [114], welche, wie auch Stöhr [98] in der Vorrede zur letzten Auflage seines Lehrbuches der Histologie angiebt, sehr geeignet ist zur Erhaltung feiner histologischer Einzelheiten, wurde hier angewendet in erster Linie, um ebenfalls durch nachfolgender Silberbehandlung (0,75 % Argentum nitricum-Lösung), zur Darstellung des Bindegewebsgerüsts der Milz. Sie ist aber auch sehr geeignet für nachfolgende Färbung mit Haematoxylin, denn bei starker Chromsäureeinwirkung kommen auch bei einfacher Haematoxylin-Färbung die Ringfasern der capillaren Venen verhältnismässig deutlich heraus, wie auch Hoyer [37, S. 279] sagt. Andererseits ist sie der Oppel'schen Methode darin überlegen, dass bei ihr die abwechselnde Quellung und Schrumpfung des betreffenden Organstückes vermieden wird, welche bei Anwendung von Oppels Methode der Grund ist, dass die strenge Anordnung der circulären Fasern der capillaren Venen Billroths mehr oder weniger verloren geht.

Für die Trypsinverdauung sind Fixierungsflüssigkeiten, welche Chromsäure, chromsaure Salze oder Formalin enthalten, nicht zu benutzen; hierzu dienen am besten Fixierungen in Alkohol oder Sublimat, welche auch für die Färbung mit den elastischen Faserfarbstoffen (Orcein, Resorcin-Fuchsin) am geeignetsten sind.

Die Einbettung erfolgte nach allmählicher Härtung in steigendem Alkohol und nach Durchtränkung in Xylol und Xylol-Paraffin, in Paraffin. Schnittdicke teils 5 teils 10 μ .

Die Befestigung der Schnitte auf dem Objectträger geschah durch Wasser.

Im einzelnen ist für die Orceinfärbung und die Trypsinverdauung noch folgendes zu bemerken:

1. Zur *Orceinfärbung* sind notwendig zwei Lösungen:

Lösung I.

Orcein (von Grüber).	1,0
Acid. hydrochlor.	1,0 ccm
Alkohol 99,8 %	100,0

Lösung II.

Alkohol 70 %	100,0
Acid. hydrochlor.	1,0

Diese zweite Lösung ist, wie man sieht, der gewöhnliche, in jedem histologischen Laboratorium vorrätige, zum Differenzieren überfärbter Schnitte gebrauchte salzsäurehaltige Alkohol. Lösung I hält sich, ohne an Wirksamkeit einzubüssen, ungefähr ein Jahr.

Zum Gebrauche mischt man von Lösung I 4 Teile, zur Lösung II 1 Teil und lässt die zu färbenden Schnitte, seien es nun Celloidin-Schnitte oder aufgeklebte, von Paraffin befreite Paraffin-Schnitte, in der Mischung 24 Stunden. Danach spült man die Schnitte mit salzsäurehaltigem Alkohol ab, um den Ueberschuss der Farbe von ihnen zu entfernen und betrachtet unter dem Mikroskop den Ausfall der Färbung. Das eine Mal findet man ausschliesslich elastische Fasern gefärbt und auch diese vielleicht nur in einem blassen Farbenton. Ist dies der Fall, so setzt man zu der Lösung, welche 4 Teile Lösung I, 1 Teil Lösung II enthielt, noch 1—2 Teile der Lösung I und lässt die Schnitte in dieser Flüssigkeit, in welcher das gegenseitige Verhältnis des Orceins zur Salzsäure sich um ein Geringes zu Gunsten des Orceins verschoben hat, nochmals 24 Stunden. Ist auch jetzt die Färbung der elastischen Fasern noch zu schwach, was wohl kaum vorkommen dürfte, so kann man noch weiter Lösung I hinzusetzen und weiter färben, bis das gewünschte Resultat erzielt ist.

Betrifft aber im andern Falle die Färbung ausser dem elastischen Gewebe auch noch das Protoplasma und das collagene bzw. reticuläre Gewebe, so muss man, um eine ausschliessliche Färbung des

elastischen Gewebes zu erhalten, in salzsäurehaltigem Alkohol längere oder kürzere Zeit differenzieren.

Aus diesen Erfahrungsthatsachen folgt, dass das gegenseitige Verhältnis zwischen der Menge des Orceinfarbstoffes einerseits und dem Salzsäuregehalt andererseits der Farblösung bestimmend ist dafür, ob sich ausschliesslich elastisches Gewebe oder ob sich ausser dem elastischen Gewebe auch noch die collagenen Fasern, das reticuläre Gewebe und das Protoplasma färben. Letzteres ist der Fall, wenn das gegenseitige Verhältnis zwischen Orcein einerseits und Salzsäure + Alkohol andererseits zu Gunsten des Orceins verschoben ist.

2. Die *Trypsinverdauung*, welche ursprünglich von Ewald und Kühne als histologische Untersuchungsmethode angegeben, später von Hoehl [33, 34], Mall [62] und Siegfried [115] benutzt worden ist, wurde in der von Hoehl angegebenen Weise gebraucht.

Hoehl hat zum erstenmal *aufgeklebte Schnitte* von fixiertem Material der Trypsinverdauung unterworfen und hat damit die mikroskopische Technik um eine wertvolle Methode bereichert. Denn während die früheren Autoren ganze Organstücke (teils von frischem, teils von fixiertem Material) in die Verdauungsflüssigkeit warfen, wobei eine gleichmässige Verdauung durch das ganze Stück hindurch nur schwer gelang und ausserdem die Organstücke durch langdauernde Behandlung mit Aether fettfrei gemacht werden mussten, ist die Methode der Verdauung aufgeklebter Schnitte fixierten Materials vorteilhafter 1. dadurch, dass das gegenseitige Lagerungsverhältnis der Teile im Schnitt nicht verändert wird, 2. dass die Entfettung der Schnitte schnell und sicher vor sich geht, 3. dass infolgedessen die Verdauung eine gleichmässige ist und dass 4. durch geeignete Nachfärbung die feinsten Fäserchen und Membranen deutlich sichtbar gemacht werden können.

Brauchbar zur Verdauung ist nur Material, welches in Alkohol, in Sublimat oder in Pikrinsäure oder in Bethes Ammoniummolybdatgemisch gehärtet worden ist. Formol verhindert die Verdauung beinahe vollständig, Chromsalze erschweren oder verhindern sie je nach der Dauer der Einwirkung.

Es ist wohl selbstverständlich, dass Schnitte, welche der Verdau-

ung unterworfen werden sollen, nicht mit Eiweiss aufgeklebt werden dürfen und dass, wie es auch Hoehl besonders betont, der Objectträger, abgesehen von der unerlässlichen Reinheit, durchaus fettfrei sein muss.

Letzteres erreicht man am einfachsten dadurch, dass man die mechanisch gut gereinigten Objectträger über einer freien Flamme mehrmals stark erhitzt. Auf die so gereinigten Objectträger werden die Schnitte in der üblichen, von der Neapler zoologischen Station ausgegangenen Methode vermittelt destillierten Wassers aufgeklebt. Nach Entfernung des Paraffins durch Xylol und des Xylols durch Alkohol kommen die Objectträger auf längere oder kürzere Zeit zur Entfernung des in den Schnitten vorhandenen Fettes in Chloroform. Für die Milz genügt im allgemeinen ein Aufenthalt von zwei bis drei Stunden. Darnach kommen die Objectträger in Alcohol absolutus und werden von dort aus direct übertragen in die Verdauungsflüssigkeit.

Dieses Verfahren weicht in Einzelheiten von der Hoehl'schen Methode ab. Einmal in der Verwendung des Chloroforms zur Entfettung, dessen Dämpfe nicht so explosionsgefährlich sind, wie die des von Hoehl benutzten Benzins. Ferner werden die Objectträger direct aus dem Alkohol in die Verdauungsflüssigkeit gebracht, was eine gewisse, wenn auch geringfügige Vereinfachung bedeutet, da Hoehl [33, 34] die Präparate erst in absoluten, dann in 90% und 70% Alkohol und dann für 10—20 Minuten in fließendes Wasser bringt, ehe er sie in die Verdauungsflüssigkeit überträgt. Die geringe Menge von Alkohol, welche bei der hier empfohlenen directen Uebertragung mit den Schnitten in die Verdauungsflüssigkeit gelangt, übt nicht den geringsten Einfluss auf die Wirksamkeit des Fermentes.

Zur Herstellung der Verdauungsflüssigkeit ist ein wirksames Trypsinpräparat zu verwenden, welches, wie mancherlei Versuche gelehrt haben, in Deutschland am besten bei Grübler (Leipzig) zu erhalten ist. Um das Präparat, welches in Gestalt eines leichten gelblichen Pulvers in den Handel kommt, längere Zeit hindurch wirksam zu erhalten, muss es sorgfältig vor Feuchtigkeit geschützt werden, was man am bequemsten und einfachsten dadurch erreicht, dass man das Vorratsfläschchen sofort nach der Entnahme einer Quantität verkorkt und durch heisses Paraffin oder Wachs verschliesst.

Das Pankreatin wirkt bekanntlich nur in alkalischer Lösung. Wie von Hoehl wurde eine Lösung von Natroncarbonat benutzt. Da das Optimum der Pankreatinwirkung zwischen 0,2 und 0,4% Alkaligehalt zu liegen scheint, so wurde folgende Verdauungsflüssigkeit, welche jedesmal frisch zu bereiten ist, verwendet:

Aqua dest.	100,0
Pancreatinum sicc (Grübler)	0,3
Natrium carbonicum	0,3

Es ist eine schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit vom Geruche frischen Harns. Die Verdauung erfolgt schon bei gewöhnlicher Zimmer-temperatur, wird aber durch Wärme beschleunigt (20—37° C). Bei der angegebenen Mischung und 35° C ist die Verdauung von 10 μ dicken Milzschnitten in ein bis zwei Stunden beendet.

Nach beendigter Verdauung, welche unter dem Mikroskop kontrolliert wird, werden die Schnitte in Aqua destillata gewaschen und kommen dann einige Zeit in Alkohol.

Die Färbung des übrig gebliebenen collagenen bzw. reticulären Gewebes erfolgt am besten mittelst der von M. Heidenhain angegebenen Eisenhaematoxylin-Färbung. Dabei haben wir nicht unter den von Hoehl beklagten, wie es ihm schien unvermeidlichen, Farbniederschlägen gelitten. Auch eine Nachfärbung mit Fuchsin oder van Giesons Flüssigkeit giebt oft sehr gute, kräftige Färbungen. Doch nehmen die Fasern, namentlich bei langdauernder Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit, letztere Farben oft nur schwer an und färben sich dann nur blass, was bei der Eisenhaematoxylin-Färbung nicht zu befürchten ist.

IV. Schilderung der Untersuchungsergebnisse.

A. Anordnung und histochemisches Verhalten des interstitiellen Gewebes der Milz von Mensch und Chimpanse.

1. Vorbemerkungen.

Die Milz von Mensch und Chimpanse sind im feineren Aufbau einander beinahe vollkommen gleich, so dass es schwer wäre, einen vorgelegten Schnitt mit Sicherheit als der Menschenmilz oder Chimpansemilz angehörig zu bezeichnen, während es andererseits nicht

schwer ist, z. B. Hunde- und Pferd milz sowohl unter einander, wie auch von derjenigen von Mensch und Chimpanse zu unterscheiden.

Somit dürfte es gerechtfertigt erscheinen, die Anordnung und das histochemische Verhalten des bindegewebigen Gerüsts der Milz von Mensch und Chimpanse zusammen zu behandeln.

Das bindegewebige Gerüst besteht:

1. aus der Kapsel und den Trabekeln, welche zum grossen Teil aus collagenem Bindegewebe und mehr oder weniger zahlreichen elastischen Fasern bestehen. Dass in ihnen ausserdem noch glatte Muskelfasern enthalten sind, mag beiläufig erwähnt werden.

2. haben wir dasjenige Bindegewebe, welches in der Begleitung der Arterien als Adventitia der gröberen und feineren Stämme vorhanden ist und, wie bekannt und unbestritten, an den feineren Gefässästen allmählich mehr und mehr durch reticuläres Gewebe ersetzt wird, welches das bindegewebige Gerüst der Malpighi'schen Körperchen, das ist der weissen Milzpulpa, bildet und ausserdem spärliche elastische Fasern enthält.

3. dasjenige Bindegewebsgerüst, welches in der sog. roten Milzpulpa sich befindet. Diese besteht bei Mensch und Chimpanse zum weit überwiegenden Teile aus dicht an einander liegenden, netzförmig mit einander verbundenen capillaren Venen, den capillaren Venen Billroths, welche so gedrängt an einander liegen, dass zwischen ihnen ausserordentlich geringe Lücken übrig bleiben, welche von netzförmig mit einander verbundenen Fasern und dazwischen gelegenen Zellen eingenommen werden. Diese Fasernetze stehen in Verbindung mit den eigentümlichen halbkreisförmigen oder kreisförmigen Fasern, welche die capillaren Venen Billroths umgeben.

Im Folgenden soll nun gezeigt werden, wie sich diese Fasersysteme gegen die verschiedenen mikrochemischen Reactionen verhalten.

2. Darstellung des bindegewebigen Gerüsts mittelst Kalilauge (nach Henle).

Henle [27] stellte, wie schon in der allgemeinen Litteraturübersicht gesagt worden ist, das bindegewebige Gerüstwerk der Milz mittelst sehr verdünnter Kalilauge dar. Er giebt Abbildungen von

dem reticulären Gewebe eines Malpighi'schen Körperchens aus der Milz des Menschen und aus der Schafmilz. Aus letzterer bildet er auch den Querschnitt eines Milzbälkchens und die starken in ihm enthaltenen elastischen Fasern ab. Ein geradezu wundervolles Bild aber von dem Gerüstwerk der roten Milzpulpa aus der Menschenmilz ist sowohl in der citierten Abhandlung abgebildet und findet sich auch später in dem grossen Handbuch (2. Auflage, Bd. II, Fig. 439, S. 580) dieses Autors. Henle [29] betont, dass diese Fasern „nicht als Verstärkungen einer continuirlichen, structurlosen Haut zu betrachten sind. Man müsste sonst den Contour der letzteren als eine die Durchschnitte der Fasern verbindende Linie erkennen“. Dass die von diesen Fasern umschlossenen Röhren Gefässe sind, darüber war Henle sich bei Abfassung seiner ersten Abhandlung noch nicht klar, in seinem Handbuch aber bezeichnet er sie als capillare Venen und beschreibt dort, dass die Fasern spiralig oder ringförmig mit spitzwinkligen Anastomosen das Gefäss umkreisen.

Die Resistenz dieser Fasern der roten Milzpulpa gegen Kalilauge hat Krause [50] veranlasst, dieselben als elastisches Gewebe zu bezeichnen, und Schumacher [88], welcher dieselben Fasern mittelst der die elastische Substanz färbenden Farbstoffe darstellt, stützt sich zum Teil ebenfalls darauf, dass Fasern, welche mittelst Kalilauge zur Darstellung gebracht werden, zur Gruppe der elastischen Fasern gehören.

Dem gegenüber betont Thomé [103] (S. 276) in durchaus zutreffender Weise, dass die Methode Henles eine ganz eigenartige ist und ausserdem auch das Reticulum der Lymphdrüsen und der Malpighi'schen Körperchen darstellt. Thomé [103] ist der einzige neuere Autor, welcher das Verhalten der Fasern der roten Milzpulpa gegen kaustische Alcalien näher untersucht hat, er erhielt jedoch nach Henles Methode, welche darin besteht, dass feine Spänchen der getrockneten Milz mit Kalilauge behandelt werden, „keine brauchbaren Ergebnisse, indem es . . . nicht gelang, feine Spänchen von den ausgetrockneten Milzstückchen abzuschneiden. Entweder wurden sie zu dick oder zerfielen sofort in feine Krümelchen“. Dagegen erhielt er an Gefriermikrotomschnitten der menschlichen Milz „deutliche Bilder, sowohl von den Kreisfasern der Venen, als auch von den Reticulumfasern . . . wenn

die Schnitte etwa zehn Minuten mit Kalilauge nach Henles Vorschrift behandelt waren“. Ebenso gelang ihm die Darstellung an einem Schnitt, der etwa $1\frac{1}{2}$ Minute mit 1% Kalilauge behandelt worden war; mit stärkeren Concentrationen gelang es ihm nicht, die Fasern deutlich zu machen, sie wurden auch zerstört, wenn die schwächeren Laugen längere Zeit einwirkten. In diesem Falle blieben aber dann die unzweifelhaften elastischen Fasern, z. B. in den Trabekeln, erhalten.

Ich selber habe von getrockneter menschlicher Milz dickere und dünnere Spänchen in Kalilauge von verschiedener Concentration (1%; 2%; 3%) auf dem Objectträger 1— $1\frac{1}{2}$ Minute hindurch behandelt und dann die Kalilauge durch Wasser gewegewaschen. Es gelingt so sehr leicht, genau dieselben Bilder zu erhalten, welche Henle abgebildet und beschrieben hat. Die Zellen und Kerne sind unter dem Mikroskop nicht sichtbar, die Fasern heben sich je nach der Einstellung als dunkle oder helle Gebilde von dem gelblichen oder (bei sehr dünnen Schnitten) hellen Untergrunde deutlich ab. Die mit dieser Methode erhaltenen Bilder der Kreisfasern der capillaren Venen sind mit Rücksicht auf den körperlichen Eindruck des Bildes wohl die deutlichsten, wie sie bei keiner der anderen Methoden wieder erreicht wird. Dies lehrt auch insbesondere eine Vergleichung des von Henle [29] (Handbuch Bd. II, Fig. 439) gegebenen Bildes mit den Figuren, welche neuere Autoren auf Grund neuerer Technik gegeben haben.

Ausser den Kreisfasern und dem reticulären Gewebe der roten Milzpulpa tritt das bindegewebige Gerüst der Trabekel und das reticuläre Gewebe der Malpighi'schen Körperchen deutlich hervor. Ihr optisches Verhalten unterscheidet sich in nichts von den Ringfasern der capillaren Venen. Dagegen treten die elastischen Häute und Fasern der Gefässe der Trabekel und der Malpighi'schen Körperchen durch stärkeren Glanz besonders scharf hervor und heben sich dadurch vom Untergrunde schärfer ab, als die anderen Bindegewebsfasern. Ausserdem lösen sich bei längerer Einwirkung verdünnter Kalilauge, wie ich in Uebereinstimmung mit Thomé [103] gefunden habe, die Kreisfasern der capillaren Venen und das Reticulum der Malpighi'schen Körperchen vollständig auf, und es bleiben nur die oben erwähnten unzweifelhaften elastischen Elemente übrig.

3. Die Darstellung des bindegewebigen Gerüsts mittelst Chromsilberimprägnation (nach den Methoden von Oppel und Kopsch).

Das Bindegewebsgerüst der roten und weissen Milzpulpa wurde mit Hülfe einer besonderen Modification der Chromsilberimprägnierung zuerst durch Oppel [75] dargestellt. Oppel bringt Milzstücke, welche in Alkohol von 95% conserviert wurden, in eine 2% Lösung von Kalichromicum flavum auf 24 Stunden und dann in 0,75% Argentum nitricum-Lösung.

Die nach dieser Methode erhaltenen Präparate zeigen in den Malpighi'schen Körperchen das zierliche Netz des reticulären Gewebes, in der roten Milzpulpa ein feines Faser-netz (Gitterfasern), zwischen welchem rundliche oder längliche Lücken übrig bleiben. Diese Lücken entsprechen den capillaren Venen Billroths. Die Gitterfasern bilden ein



Fig. 1.

Copie der von Henle gegebenen Figur (Henle, Handbuch. Bd. II. Fig. 439).

Netz sich verzweigender und verflechtender Fäserchen, in dessen Maschen zellige Elemente liegen. Ueber die genauere Anordnung der Fasern konnte Oppel keinen Aufschluss gewinnen, wenn auch sehr deutlich wahrgenommen wurde, dass das maschige Netz die Gefässe umgiebt.

In den Figuren, welche Oppel beibringt, und der Fig. 93 des Lehrbuchs der Histologie von Böhm und Davidoff (1895) erscheinen die Maschen der Gitterfasern von unregelmässiger Gestalt und zeigen

auch in nächster Nähe der Gefäße keine strenge Anordnung, so dass ein Vergleich mit den von Henle dargestellten Fasernetzen der capillaren Venen nicht gut möglich ist.

Böhm [10] ist darum auch der Meinung und belegt dieselbe durch eine Abbildung, dass die Gitterfasern Oppels in „keiner näheren Be-



Fig. 2.

Chromsilberimprägnation des Fasernetzes der roten Milzpulpa aus der Chimpansen-Milz nach der Methode von Kopsch. Vergr. 750 : 1.

ziehung zu den capillaren Venen stehen, sondern in dem zwischen letzterem gelegenen Gewebe verlaufen und vielleicht zu den arteriellen Capillaren in Beziehung stehen.

Gegenüber dieser Anschauung trete ich ein auf Grund der Präparate, welche ich mittelst der Methode von Kopsch erhalten habe, für die vollkommene Uebereinstimmung der Gitterfasern, welche mit der Chromsilbermethode erhalten werden, mit den durch andere Methoden (Kalilauge, Färbung etc.) darstellbaren Fasern der capillaren Venen.

Die Beweise dafür sind die strenge Anordnung dieser Fasern und ihr Verhalten zu der Venenwand, welches in allen Punkten sich mit den nach Henles (Kalilauge) Methode erhaltenen Bildern, sowie mit den weiter unten zu schildernden Resultaten der elastischen Färbung, der Trypsinverdauung und der Mallory'schen Färbung deckt (s. Textfig. 2).

Ueber das Verhalten dieser Fasern zur Venenwand geben Schnitte, in denen das Chromsilber nach der Methode von Kallins reduciert worden ist und welche deshalb eine Nachfärbung gestatten, sicheren Aufschluss. Man sieht in diesen Präparaten die Ringfasern den Endothelzellen der capillaren Venen dicht anliegen und dieselben in ähnlicher Weise umkreisen, wie die Reifen eines Fasses die Dauben umschliessen.

Eine Erklärung dafür, dass bei Oppels Methode die in Fig. 2 abgebildete, nach Kopschs Methode erhaltene strenge Anordnung der Kreisfasern mehr oder weniger verloren geht, sehe ich darin, dass bei Oppels Methode die durch die Alkoholfixierung etwas geschrumpften Milzstücke bei der darauf folgenden Durchtränkung mit Kali chromicum flavum wieder sehr weich werden, während das Formol bei der Methode von Kopsch die Fasern starr macht.

4. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Orcein und Resorcin-Fuchsin.

v. Ebner [13] war der erste, welcher auf Grund der Färbung mit Orcein die Kreisfasern der capillaren Venen als elastische Fasern bezeichnete, ihm schloss sich v. Schumacher [87] an.

Es ist leicht, diese Fasern mittelst Orcein und des Weigert'schen Resorcin-Fuchsins zu färben. Doch färben sich in diesem Falle auch die Fasern des reticulären Gewebes ebenso intensiv, wie die Kreisfasern und auch das Protoplasma, und die Kerne der Zellen nehmen die Farbe der Zellen mehr oder weniger stark an.

Diese Erscheinung giebt allein schon Veranlassung zu schweren Bedenken, denn es ist bekannt, dass auch saure Orceinlösungen häufig nicht nur ausschliesslich die elastischen Fasern färben, sondern auch noch andere Gewebelemente, und dass man, um in einem bestimmten Object ausschliesslich die elastischen Fasern gefärbt zu erhalten, ent-

weder mit salzsäurehaltigem Alkohol so lange differenzieren muss, bis alles andere Gewebe den Farbstoff abgegeben hat, oder dass man die Orceinlösung von vornherein so sauer machen muss, dass sich ausschliesslich die elastische Substanz färbt.

Dies kann jedoch bei dem verschiedenen Verhalten des einzelnen Präparates immer nur mehr oder weniger Sache des Zufalls sein. Man muss deshalb bei jedem einzelnen Object die geeignete Mischung von Säure und Orcein herausprobieren, wie es ja auch aus den Vorschriften zur Orceinfärbung deutlich genug hervorgeht; denn wozu brauchte man sonst zwei Lösungen, welche in verschiedenen Mengenverhältnissen gemischt werden müssen, wenn ein bestimmter Farbgehalt eine sichere und ausschliessliche Färbung der elastischen Substanz gewährleistete.

Deshalb stellte ich eine Versuchsreihe an, wie man sie in früherer Zeit bei der Orceinfärbung zu machen pflegte. Ich stellte mir eine Reihe von zehn Schälchen auf, von denen jedes 4 Teile der oben erwähnten Orceinlösung I enthielt, zu welcher im ersten Schälchen 1 Teil salzsäurehaltiger Alkohol, im zweiten 1,5, im dritten 2 etc., bis im zehnten Schälchen auf 4 Teile der Lösung I 6 Teile salzsäurehaltiger Alkohol kamen. Ich hatte somit eine ganze Serie verschieden stark saurer Orceinlösungen vorbereitet. In jedes dieser Schälchen wurden eine Anzahl Schnitte gelegt und durch 24 Stunden gefärbt. Die am nächsten Tage vorgenommene Besichtigung der Schnitte ergab, dass die Färbung des reticulären Gewebes der Malpighi'schen Körperchen und der Kreisfasern der capillaren Venen nur in den ersten Schälchen eingetreten war, während sie in den stärker sauren Orceinlösungen völlig ausgeblieben war. In diesen hatten sich nur die unzweifelhaften elastischen Elemente der Blutgefässe gefärbt.

Dieses Resultat stimmt überein mit den Befunden von Livini [59]. Es zeigt, dass bei höherem Säuregehalt des Orceingemisches sich nur diejenigen Elemente färben, welche bei langdauernder Behandlung von Milzschnitten mit Kalilauge als unzweifelhafte elastische Elemente sichtbar bleiben.

Ueberhaupt darf das Orcein nicht als ein durchaus sicheres Reagens auf elastische Substanz angesehen werden.

Das Resorcin-Fuchsin von Weigert färbt bekanntlich (namentlich wenn es schon etwas älter ist) mit Leichtigkeit in den Lymphdrüsen das reticuläre Gewebe, welches wohl zweifellos nicht elastischer Natur ist. Andererseits ist das Färbevermögen dieses Farbstoffes abhängig von dem grösseren oder geringeren Gehalt an Eisen, welcher je nach



Fig. 3.

Fasern der roten Milzpulpa aus der Chimpanse-Milz. Gefärbt mit Resorcin-Fuchsin. Vergr. 750:1.

der Art der Herstellung und dem Alter des Präparates verschieden sein wird, so dass auch die Färbung der Kreisfasern der capillaren Venen mittelst Resorcin-Fuchsins ebenfalls nicht als Beweis für die elastische Natur dieser Fasern dienen kann.

Ausserdem ist hier noch hervorzuheben, dass in allen Fällen, sowohl bei Orcein wie bei Resorcin-Fuchsinfärbung, die unzweifelhaft

elastischen Elemente der Trabekel und der Blutgefäße sich stets erheblich intensiver färben, als das reticuläre Gewebe der Malpighi'schen Körperchen und die Kreisfasern der Milzvenen.

5. *Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst des van Gieson'schen Gemisches.*

Die Darstellung der Kreisfasern mittelst des van Gieson'schen Gemisches gelingt nicht immer in gleicher Güte, doch habe ich stets eine mehr oder weniger intensive Rotfärbung der Fasern erzielt.

Auch Thomé [102] hat mit der von Hansen angegebenen Modification des van Gieson'schen Gemisches das typische Bild der Kreisfasern bei keiner Vene vermisst. Dass sich ausserdem noch die Bindegewebsfasern der Trabekeln und das reticuläre Gewebe der Malpighi'schen Körperchen rot färben, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden.

6. *Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Trypsinverdauung aufgeklebter Schnitte (nach Hoebl).*

Wenn man aufgeklebte Schnitte von in Alkohol oder Sublimat oder Ammoniummolybdat fixierter Milz der Trypsinverdauung in der oben geschilderten Weise unterwirft, so bleiben die Ringfasern der capillaren Venen und das zwischen ihnen gelegene spärliche reticuläre Gewebe, ferner das reticuläre Gewebe der Malpighi'schen Körperchen, das Bindegewebsgerüst der Trabekel sowie diejenigen Häute übrig, welche die glatten Muskelfasern der Gefäße und der Trabekel umgeben. Bei geeigneter Nachfärbung (am besten Eisenhaematoxylin) erhält man vom Bindegewebsgerüst der roten Milzpulpa genau dasselbe Bild, welches bei Kalilaugebehandlung nach Henle und bei Chromsilberimprägnation (nach Fr. Kopsch) sich zeigt. Ganz besonders klar ist an solchen Präparaten der Verlauf der Ringfasern, ihre spitzwinkligen Verbindungen unter einander und ihr Zusammenhang mit dem zwischen den capillaren Venen gelegenen Reticulum zu sehen (s. Fig. 4).

Man erhält so ein ausserordentlich deutliches und klares Bild von der relativen Verteilung des reticulären Gewebes und den capillaren Venen. Man erkennt bei Präparaten, welche mit dieser Methode her-

gestellt sind, wohl am klarsten, dass die rote Milzpulpa der menschlichen Milz, sowie beim Chimpansen, fast ausschliesslich aus den capillaren Venen besteht. Dieselben liegen an manchen Stellen des Präparates so dicht an einander, dass ihre Wandungen direct an einander liegen. Nur an manchen Stellen bleibt zwischen den stark gewundenen

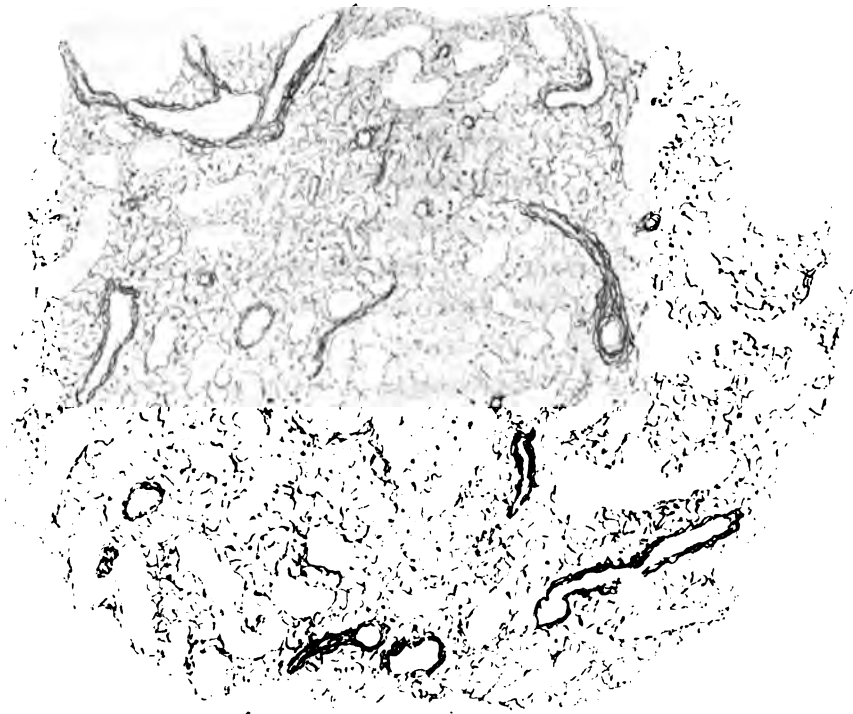


Fig. 4.

Das bindegewebige Gerüst eines Malpighi'schen Körperchens und der angrenzenden roten Milzpulpa vom Menschen. Dargestellt durch Trypsinverdauung, gefärbt mit Eisen-Haematoxylin.

Venen ein verhältnismässig kleiner, unregelmässiger Raum übrig, der von reticulärem Gewebe erfüllt ist. Freilich giebt es auch in derselben Milz Stellen, an denen etwas mehr Raum zwischen den benachbarten venösen Capillaren vorhanden ist. Doch übertrifft wenigstens bei Mensch und Chimpanse der von den venösen Capillaren eingenommene Raum bei weitem das Volumen des zwischen ihnen gelegenen reticulären Gewebes.

Schon aus dieser Thatsache allein scheint mir innerhalb der roten Milzpulpa ein intermediärer Kreislauf beinahe unmöglich.

Bekanntlich wird durch Trypsin das elastische Gewebe völlig verdaut, und dass diß geschehen ist, lässt sich an den vorliegenden Präparaten mit Leichtigkeit an den Blutgefässen feststellen, so dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die übrig gebliebenen Fasern nach dem Ausfall der Trypsinverdauung keine elastischen Fasern sein können.

7. Darstellung des bindegewebigen Gerüsts mit der Mallory'schen Haematoxylinlösung.

Die mit dieser Methode erhaltenen Bilder übertreffen in Bezug auf Intensität der Färbung und dadurch bedingte Klarheit des Bildes bei weitem diejenigen Präparate, welche mit Orcein oder Resorcin-Fuchsin angefertigt worden sind.

Es färben sich sämtliche Elemente des Gerüstwerkes mit alleiniger Ausnahme der unzweifelhaften elastischen Fasern und Häute. Die Bilder der Ringfasern und des zwischen den capillaren Venen gelegenen Reticulums decken sich vollständig mit den bisher beigebrachten Figuren.

Zusammenfassung der Resultate.

Wenn man die sieben angeführten Methoden der Darstellung des bindegewebigen Gerüstwerkes der Milz betrachtet, so kann man zwei Gruppen unterscheiden:

1. wird es dargestellt durch Methoden, welche als specifisch für die Darstellung des collagenen Gewebes gelten (van Giesons Gemisch, Mallorys Haematoxylin, Trypsinverdauung).
2. lässt es sich darstellen durch Reactionen, welche als specifisch gelten für die Darstellung der elastischen Substanz (Kalilauge, Orcein, Resorcin-Fuchsin).

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse mit den in der zweiten Gruppe zusammengestellten Reagentien. Die ausschliessliche Verwendung derselben hat v. Ebner und v. Schumacher zu dem Ergebnisse geführt, dass die Kreistfasern der capillaren Venen als elastische anzusprechen sind. Dieser Schluss erweist sich jedoch bei einer ein-

gehenden Prüfung, ob in der That die Methoden der Kalilaugebehandlung der Orcein- und der Resorcin-Fuchsinfärbung als chemische Reactionen auf elastisches Gewebe anzusehen sind, als nicht richtig, weil die Voraussetzungen, auf welchem er beruht, falsch sind.

Das Orcein und das Resorcin-Fuchsin haben zwar eine grössere Verwandtschaft zur elastischen Substanz, färben jedoch sowohl Kerne, wie Protoplasma und Bindsbstanzen. Ob sie sich ausschliesslich an die elastische Substanz anlagern bezw. sich mit ihr chemisch verbinden, hängt nicht allein von dem Zustand der Farblösung, sondern auch von der Art des untersuchten Materials ab, so dass die That- sache, dass sich irgend ein Gewebsbestandteil eines Präparates mit den genannten Farbstoffen färbt, nicht direct verwendet werden kann zur Bezeichnung desselben als zum elastischen Gewebe gehörig. Viel- mehr kann eine solche Erkenntnis nur gewonnen werden durch die Vergleichung des Verhaltens der zweifelhaften Gewebsbestandteile mit dem Zustande solcher, deren elastische Natur über jeden Zweifel er- haben ist (elastische Häute der Arterien z. B.), und da zeigt sich nun, dass sich eine reine und intensive Färbung dieser Elemente inner- halb der Milz erzielen lässt, ohne dass die Kreisfasern der capillaren Venen auch nur die geringste Spur von Farbstoff annehmen. Diese Erfahrung allein würde ja immerhin noch nicht mit Sicherheit aus- schliessen, dass die in Rede stehenden Fasern nicht etwa doch eine gewisse Verwandtschaft mit dem elastischen Gewebe besitzen, und man könnte, wie es auch Schumacher thatsächlich gethan hat, hierfür das Verhalten gegen Kalilauge verwerten.

Doch auch dieser Grund ist nicht stichhaltig, wie schon Thomé gezeigt hat, und v. Schumacher würde bei eigener Nachprüfung der von Henle angewandten Kalilaugemethode sich davon überzeugt haben, dass diese nicht den geringsten Beweis für die elastische Natur der in Rede stehenden Fasern erbringen kann; denn einmal ist die ver- wendete Kalilauge so ausserordentlich schwach und ihre Wirkungs- dauer so gering, dass sie lediglich auf die zelligen Elemente beschränkt bleibt und die Fasern des reticulären Gewebes überhaupt nicht oder höchstens in geringem Grade, welcher in einer geringen Quellung be- steht, beeinflusst. Da nun ausserdem eine etwas längere Einwirkung

verdünnter Kalilauge die in Rede stehenden Fasern und das reticuläre Gewebe der Malpighi'schen Körperchen völlig zum Verschwinden bringt, so dass nur die unzweifelhaften elastischen Elemente der Arterien nebst einigen anderen in der Gefässadventitia und den Trabekeln gelegenen (elastischen) Fasern übrig bleiben, so dürften die *Kreisfasern der circulären Venen nicht als elastische Fasern* bezeichnet werden.

Betrachten wir nun die Ergebnisse derjenigen Methoden, welche als spezifisch zur Darstellung des collagenen Bindegewebes gelten: van Giesons-Gemisch und Mallorys-Haematoxylin färben nicht allein die collagene Binde substanz, sondern unter anderem auch das Sarkolemm der quergestreiften Muskelfasern. Bei der Trypsinverdauung bleiben nicht allein die collagenen Bindegewebsfasern übrig, sondern es bleiben auch unverdaut das Sarkolemm der quergestreiften Muskelfasern, das Neurokeratingerüst und die Hornsubstanz. Demnach lässt auch die ausschliessliche Verwendung dieser Reactionen für sich allein noch keinen sicheren Schluss zu auf die Zugehörigkeit der Kreisfasern zum collagenen Gewebe. Es wäre sehr wohl möglich, dass die Kreisfasern der capillaren Venen vom collagenen Gewebe in ähnlicher Weise verschieden wären, wie z. B. das Sarkolemm vom collagenen Gewebe. Zu solch einer feinen Unterscheidung fehlen uns leider zur Zeit noch die nötigen Hilfsmittel. Es wäre sehr wohl denkbar, dass, wie es Hoyer sagt, diese Fasern aus einer Art elastoiden, einer Vorstufe der elastischen Substanz, bestehen, zu deren Nachweise uns zur Zeit keine sicheren Reactionen zu Gebote stehen, oder aber, dass die Fasern eine Art mechanischen Gemisches aus elastischer und collagener Substanz darstellen. Jedenfalls quellen sie, wie ich mich an Präparaten, in denen die Fasern durch vorherige Trypsinverdauung isoliert dargestellt waren, überzeugt habe, in warmem Wasser auf, ebenso wie die Fasern des reticulären Gewebes und lösen sich schliesslich vollständig.

Wenn ich somit alles zusammenfasse, so sind die Kreisfasern der capillaren Venen zum collagenen Bindegewebe zu rechnen, jedoch mit der Einschränkung, dass sie eine besondere Untergruppe desselben bilden. Ueberhaupt werden wir innerhalb der Gruppe der Binde substanz mit der Zeit wohl noch eine verschiedene Zahl chemisch

differenten Fasern unterscheiden lernen, worauf heute schon mancherlei Erfahrungen hinweisen, wenn wir auch zur Zeit nicht im Stande sind, für dieselben sichere Reactionen anzugeben (s. Waldeyer [116]).

B. Histochemisches Verhalten des interstitiellen Gewebes der Milz niederer Wirbeltiere.

Angesichts der bei Mensch und Chimpanse erzielten Ergebnisse schien es von Interesse zu sein, zu sehen, wie das Gerüstwerk der Milz der anderen Wirbeltierklassen sich gegenüber den im vorigen Abschnitt angeführten Methoden verhält.

Deshalb wurde aus jeder Klasse eine Art ausgewählt, welche jederzeit leicht im lebenden Zustande zu erhalten ist. Aus der Klasse der Vögel: *Columba domestica*, von Reptilien: *Emys europaea* und *Tropidonotus natrix*, von Amphibien: *Bufo vulgaris*, von Fischen: *Esox lucius*.

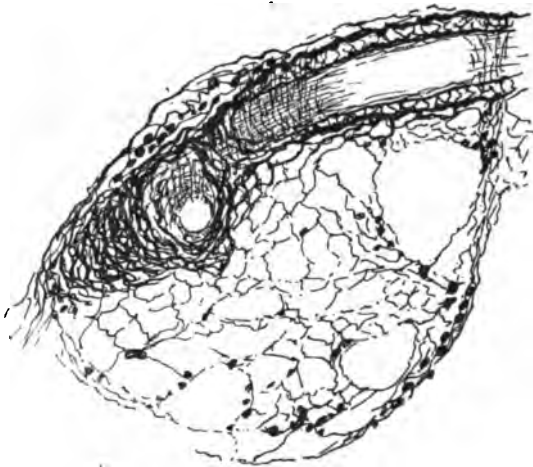


Fig. 5.
Milz von *Columba domestica*; Trypsinverdauung,
Eisen-Haematoxylin.

Ausserdem hatte ich Gelegenheit, die Milzen von drei schwierig zu erhaltenden und bisher auf den Bau der Milz noch nicht untersuchten, ausserdem auch systematisch interessanten Formen zu untersuchen, und zwar aus der Klasse der Reptilien: *Hatteria punctata* (aus dem Material des Herrn Prof. Dr. Thilenius, Breslau), der Amphibien: *Ichthyophis glutinosus* (aus dem Material der Herren Dr. P. und Dr. F. Sarasin, Basel), der Fische: *Protopterus annectens* (aus dem Material des Herrn Prof. Dr. Rud. Burckhardt, Basel).

Die Milz der niederen Wirbeltiere ist von jeher Gegenstand der Untersuchung gewesen; so wurde die Milz des Hechtes von Billroth [8], von Frey [18], von Hoyer [37, 38], von Stoff und Hasse [98]

untersucht; Hoyer untersuchte auch noch die Milz des Karpfens. Ferner wurde von Fischen noch untersucht der Rheinlachs von Miescher-Rüsch [67] und andere von Henle [27], Leydig [58], Laguesse [53] und W. Müller [71, 72].

Reptilien, Vögel und Amphibien wurden unter anderen auch von Hoyer [38] untersucht; doch ist aus all den genannten Arbeiten für unsere Fragestellung nur wenig zu entnehmen, da die genannten Autoren ihre Untersuchungen über die Milz in erster Linie zur Entscheidung

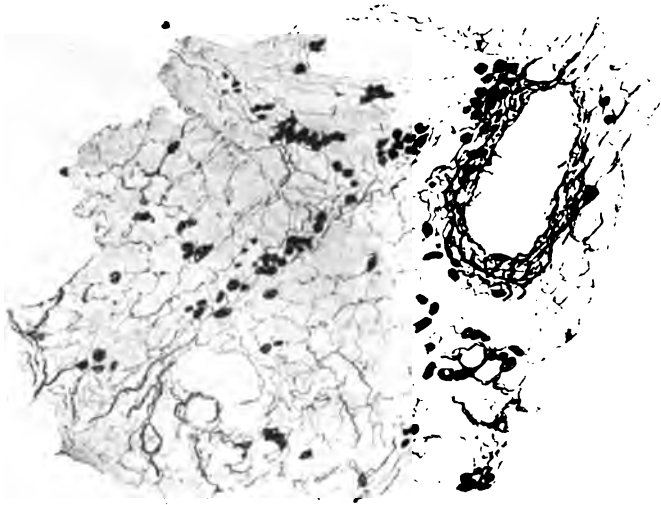


Fig. 6.

Milz von *Emys europaea*; Trypsinverdauung, Eisen-Haematoxylin.

der Frage nach den Circulationsverhältnissen anstellten, nämlich ob ein geschlossener oder offener Kreislauf vorhanden ist.

Da aber alle diese Autoren von dem Reticulum und dem reticulären Gewebe der Milz sprechen, so darf man wohl annehmen, dass sie der Meinung waren, dass das feinere Gerüstwerk der Milzpulpa der niederen Wirbeltiere als reticuläres Gewebe und nicht als elastisches zu betrachten ist.

Betrachten wir nunmehr im einzelnen die Resultate der verschiedenen Methoden.

1. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Trypsinverdauung:

Die Trypsinverdauung konnte leider nicht angewendet werden bei dem obengenannten seltenen Material (*Hatteria punctata*, *Ichthyophis glutinosus*, *Protopterus annectens*), da die Konservierung die Anwendung dieser Methode nicht erlaubt.

Dagegen ergibt die Trypsinverdauung bei den anderen genannten Tieren übersichtliche und klare Präparate. Es bleibt ein feines Maschenwerk von Fasern übrig, dessen Charakter bei den einzelnen Arten gewisse Verschiedenheiten darbietet. Bei der Taube (s. Fig. 5)

ist es ein feines, maschiges Netzwerk, welches mit der Scheide der arteriellen Gefässe und der gröberen Trabekeln in Verbindung steht. Letztere zeigen denselben Bau wie die Kapsel und bestehen aus dickeren Bindegewebsfasern. Bei der Ringelnatter sind die Fasern bedeutend feiner, ebenfalls netzförmig angeordnet; dage-

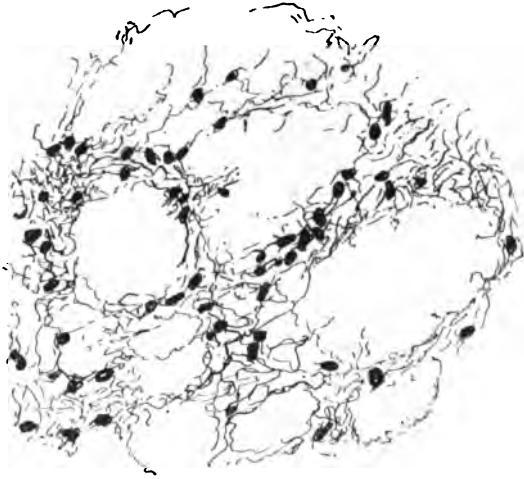


Fig. 7.

Milz von *Trapidonotus natrix*; Trypsinverdauung, Eisen-Haematoxylin.

gen ist das Trabekelsystem bedeutend stärker entwickelt und ebenso die Kapsel, welche vielleicht dreimal so stark ist, wie bei der Taube.

Dagegen zeigt das Gewebe bei der Sumpfschildkröte wieder einen lockeren Bau. Die einzelnen Fasern bilden kleine polygonale Maschen, und zwischen denselben befinden sich zahlreiche grosse und kleine Lücken für die hier verhältnismässig weiten Venen.

Aehnlich ist es beim Hecht, dessen Reticulumfasern ein sehr zierliches, feines Maschenwerk bilden, bei dem aber die Faserzüge der Kapsel und in der Umgebung der Gefässe wieder bedeutend stärker sind.

2. Darstellung des bindegewebigen Gerüsts mittelst Orceïn und Resorcin-Fuchsin:

Bei diesen Färbungen ergibt sich ein völlig negatives Resultat,

die Fasern sind hier noch weniger gefärbt als bei Mensch und Chimpanse. Erst bei geringerem Säuregehalt und langdauernder Einwirkung des Farbstoffes tritt eine ausserordentlich blasse Färbung der beschriebenen Fasersysteme ein, doch sind alsdann die Kerne oft stärker gefärbt als die Fasern.

Da nun ausserdem in der Umgebung der Gefässe unzweifelhaft elastische Fasern die Farbe intensiv annehmen, während die Reticulum-

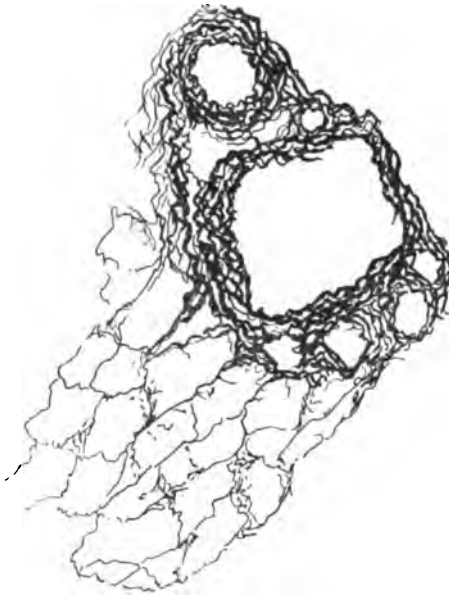


Fig. 8.

Milz von *Esox lucius*; Trypsinverdauung,
Eisen-Haematoxylin.

fasern noch vollständig ungefärbt sind, so ergibt sich hieraus mit noch grösserer Sicherheit, dass das eigentliche Stützgewebe der Milz bei den genannten niederen Wirbeltieren nicht zum elastischen Gewebe gehört.

Eine Ausnahme scheint *Ichthyophis glutinosus* zu machen insofern, als sich hier das Faserwerk intensiv mit Resorcin-Fuchsin gefärbt hat. Diese Erscheinung verliert jedoch dadurch an Bedeutung, dass die Fasern sich sowohl mit van Gieson'schem Gemisch als auch mit Mallory'schem Haematoxylin ganz besonders gut färben.

3. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst van Gieson'schen Gemisches:

Diese Methode konnte auch bei dem Material von *Hatteria*, *Ichthyophis* und *Protopterus* angewendet werden. Es zeigt sich bei diesen drei und bei allen anderen untersuchten niederen Wirbeltieren, dass sich die Fasersysteme (bei *Ichthyophis* ganz besonders deutlich) mit Fuchsin rot färben.

4. Darstellung des bindegewebigen Gerüstes mittelst Mallory'schen Haematoxylin:

Ebenso ergibt diese Färbung sehr deutliche Blaufärbung der Reticulumfasern; auch hier ist die Färbung besonders schön bei *Ichthyophis glutinosus*.

Fassen wir nunmehr die Resultate der Untersuchungen zusammen, so ergibt sich, dass, ausser einer geringen Anzahl von unzweifelhaft elastischen Fasern, welche in der Umgebung der Gefässe liegen, das Faserwerk der Milz auch bei den hier untersuchten niederen Wirbeltierarten die Reactionen des collagenen Gewebes zeigt in der Färbung mittelst Fuchsin, bei Anwendung des van Gieson'schen Gemisches, in der Färbung mit Mallory'schem Haematoxylin und in der Unverdaulichkeit durch Trypsin.

Somit dürfte auch bei den niederen Wirbeltieren das Stützgewebe der Milz nicht zum elastischen Gewebe gehören, sondern wir werden es vielmehr mit Rücksicht auf sein morphologisches und histochemisches Verhalten zum reticulären Gewebe rechnen.

Litteratur-Verzeichnis.

a) *Litteratur über die Milz.*

1. Basler, W., Einiges über das Verhalten der Milzgefäße. Würzburger med. Zeitschr. 1868. Bd. IV. S. 220—231. Taf. VI.
2. Bannwarth, Untersuchungen über die Milz. Arch. f. mikr. Anat. 1891. Bd. XXXVIII. S. 345—447. Taf. XXIV—XXVI.
3. — Die Milz des Menschen. Correspondenzbl. f. schweizer Aerzte. 1898. Bd. XXIII. Med.-pharmaceut. Bezirksverein Bern. VIII. Sitzg. W.-S. 92/93.
4. Beer, Arnold, Ueber die verschiedenen Erkrankungsformen der Milz. Deutsche Klinik von Göschen. 1861. Bd. XIII. S. 287—288.
5. Billroth, Th., Beiträge zur vergleichenden Histologie der Milz. Arch. f. Anat. u. Phys. 1857. S. 88—108. Taf. III.
6. — Ueber F. Grohes Beobachtungen, den Bau der menschlichen Milz betreffend. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1860. Bd. XX. S. 528—529.
7. — Zur normalen und patholog. Anatomie der menschlichen Milz. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1861. Bd. XX. S. 410—425. Taf. XII.
8. — Neue Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Milz. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. von Siebold u. Kolliker. 1862. Bd. XI. S. 325—340. Taf. XXVII.
9. Böhm und Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen. 2. Aufl. Wiesbaden 1898.
10. Böhm, A. A., Ueber die capillären Venen Billroths in der Milz. Festschrift von Carl von Kupffer. München 1899. S. 705—710. Abbild. im Text.
11. Carlier, W., Note on the Minute Structure of the Reticulum in the Cats Spleen. Journ. of Anat. and Phys. 1895. (N.S.A.) Bd. XXIX. S. 479—483.
12. Davidoff s. Böhm und Davidoff.
13. Ebner, v., Ueber die Wand der capillären Milzvenen. Anat. Anzeiger. 1899. Bd. XV. S. 482—484.
14. Ecker, Artikel Blutgefässdrüsen; IV. Milz. Rud. Wagner: Handwörterbuch der Physiologie. 1853. Bd. IV. S. 130—152. Abbild. im Text.
15. Ellenberger, Artikel Milz. Vergleichende Histologie der Haussäugetiere. Berlin 1887. Teil II. S. 488—495. Fig. im Text.
16. Evans, Mikroskopische Anatomie der Milz beim Menschen und Säugetieren. Schmidts Jahrbücher der Medicin. 1844. Bd. XLIV. S. 20—23.

17. Fick, Zur Mechanik der Blutbewegung in der Milz. Müllers Arch. f. Anat. 1859. S. 8—12. Taf. Ib.
18. Frey, H., Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugetiere. Leipzig 1861. 104 S. 3 Kupfertafeln.
19. — Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig 1874. S. 413—459. Abbild. im Text.
20. — Das Mikroskop und die mikroskop. Technik. 1881. 7. Aufl.
21. Führer, F., Ueber die Milz und einige Besonderheiten ihres Capillarsystems. Arch. f. phys. Heilkunde. 1854. Bd. XIII. S. 149—184. Taf. II.
22. Golz, Sigismund, Untersuchungen über die Blutgefäße der Milz. Dissertationes med. et pharm. Dorpat 1893.
23. Grohe, F., Zur Geschichte der Melanaemie nebst Bemerkungen über den normalen Bau der Milz und Lymphdrüsen. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1861. Bd. XX. S. 306—357. Taf. X.
24. Günsburg, Fr., Zur Kenntnis des Milzgewebes. Müllers Arch. 1850. Bd. III. (Ref. aus Schmidts Jahrbücher d. Medicin. 1851. Bd. LXXI.)
25. Hasse s. Stoff und Hasse.
26. Heilbrunn, K., Ein Beitrag zur Histologie der Milz. Dissert. Kiel 1890. S. 14.
27. Henle, J., Zur Anatomie der geschlossenen (lenticulären) Drüsen oder Follikel und der Lymphdrüsen. Henle und Pfeuffer. Zeitschr. f. rationelle Med. 1860. Dritte Reihe. Bd. VIII. S. 201—230. Taf. VIII—X.
28. — Blutgefäßdrüsen. Henle und Pfeuffer. Zeitschr. f. rationelle Med. 1863. Dritte Reihe. Bd. XIX. S. 135—141.
29. — Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen. Braunschweig 1866. S. 546 bis 561. Abbild. im Text.
30. — Anatomie 1901. 4. Aufl. S. 351—354 (Merkel); s. auch Merkel.
31. His, Beiträge zur Kenntnis der zum Lymphsystem gehörigen Drüsen. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. von v. Siebold u. Kölliker. 1860. Bd. X. S. 333—357. Taf. XXVIII—XXIX.
32. Hlasek, Vl., Disquisitiones de Structura et textura lienis. Diss. Dorpat 1852. 1 Taf. (Ref. aus Müllers Arch. 1853. S. 75.)
33. Hoehl, Erwin, Zur Histologie des adenoiden Gewebes. Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt. 1897. S. 133—152. Taf. II u. III.
34. — Ueber die Natur der circulären Fasern der capillaren Milzvenen. Anat. Anzeiger. 1900. Bd. XVII. Nr. 10 u. 11. S. 216—218.
35. Honkamp, Ist es unwissenschaftlich, die Besprechung „elastisches“ Bindegewebe und „Elastin“ beizubehalten? Monatshefte für prakt. Dermatologie. 1899. Bd. XXIX. Nr. 11. S. 501—509.
36. Hoyer, H. Prof., Ueber Injection der Milzgefäße. Intern. Monatsschrift. 1887. Bd. IV. S. 341—357.
37. Hoyer, H. Dr., Ueber den Bau der Milz. Schwalbe: Morphol. Arbeiten. 1894. Bd. III. S. 229—300. Taf. XI u. XII.
38. — Zur Histologie der capillären Venen in der Milz. Anat. Anzeiger. 1900. Bd. XVII. S. 490—497. Abbild. im Text.

39. Huxley, Thomas, On the Ultimate Structure and Relations of the Malpighian Bodies of the Spleen and of the Tonsillar Follicles. *Microscop. Journ.* 1854. Vol. II. p. 74—82. Taf. III. (Ref. aus Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte der gesamten Medicin. 1855. Bd. I. S. 52.)
40. Kalenkiewicz, W., Das Oedem der Milzpulpa. *Dissert. med. et pharm.* Dorpat 1892.
41. Key, Axel, Zur Anatomie der Milz. *Arch. f. path. Anat. u. Phys.* 1861. Bd. XXI. S. 568—578. Taf. VII. Fig. 5.
42. Klein and Smith, *Atlas of Histologie.* London 1880. p. 423—430. Taf. XLVII.
43. Klein, Observations on the Structure of the Spleen. *Journ. of the Microscop. Sciences.* 1875. N. S. Bd. XV. p. 363—372. Taf. XXI.
44. Kölliker, A., Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz. *Mitteil. der naturf. Gesellschaft.* Zürich 1849. Bd. I. 1. Heft. S. 120—125.
45. — Von der Milz. *Mikr. Anat.* 1854. Bd. II. 2. Hälfte. S. 253—294. Viele Abbild. im Text.
46. — *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* Artikel Milz. 4. Aufl. 1863.
47. Kowalewsky, Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen. *Arch. f. path. Anat. u. Phys.* 1860. Bd. XIX. S. 221—224. Taf. II. Fig. 12.
48. — Ueber die Malpighi'schen Körperchen in der Milz. *Arch. f. path. Anat. u. Phys.* 1861. Bd. XX. S. 203—204. Taf. IV. Fig. 1 u. 2.
49. Krah, C., Der Blutkreislauf in der Milz nach einer neuen Injectionsmethode. *Diss.* Würzburg 1877. (Ref. aus: Jahresberichte über Anat. u. Phys. 1878. Bd. VII. S. 214.)
50. Krause, W., *Allgemeine und mikr. Anatomie.* Hannover 1876. S. 230—236. Textfiguren.
51. Kultschitzky, N., Zur Frage über den Bau der Milz. *Arch. f. mikr. Anat.* 1895. Bd. XLVI. S. 673—695.
52. Kyber, Ed., Ueber die Milz des Menschen und einiger Säugetiere. *Arch. f. mikr. Anat.* 1870. Bd. VI. S. 540—580. Taf. XXIX u. XXX.
53. Laguesse, E., Le tissu splénique et son développement. *Anat. Anzeiger.* 1891. Bd. VI. S. 131—134.
54. — Schéma de la rate. *Bibliographia anat.* 1897. Nr. 2. S. 119—124. 2 Fig. (Ref. aus: Jahresbericht über Anat. u. Entwicklungsgesch. N. F. 5. 1897. Bd. III. S. 604.)
55. Lavdowsky, Grundzüge der mikr. Anat. des Menschen und der Tiere, redigiert von M. D. Lavdowsky und F. M. Owsjannikow. St. Petersburg 1888. Bd. II. S. 454 (russisch).
56. Lebedjoff, Untersuchungen amyloider Milzen und Materialien zur Lehre von dem normalen Bau der Milz und von der Entwicklung ihrer amyloiden Entartung. Vorläufige Mitteilung mit 2 Figuren. Aus dem path.-anat. Cabinet der med.-chirurg. Akademie zu St. Petersburg. *Rudneffs Journal für normale u. pathol. Anat. u. klinische Med.* St. Petersburg 1873. Januar-Februarheft. S. 109—114 (russisch). (Ref. aus: Jahresbericht über die Fortschritte der Anat. u. Phys. 1873. Bd. II. S. 171—172.)

57. Legros et Robin, Dictionaire encyclopédique des Sciences médicales. III. Ser. Tom. 2. Artikel: Rate. Paris 1874. p. 380—408.
58. Leydig, F., Lehrbuch der Histologie. Artikel Milz. 1857. S. 425.
59. Livini, Ferdinando, Sulla distribuzione del tessuto elastico in varii organi del corpo umano nota 3. Monit. Zool. Ital. Anno X. Nr. 1. p. 12—23.
60. Maffucci, A., Sull'ascorbimento del peritoneo. Ricerche sperimentali. Giornale internazionale delle scienze mediche de Napoli. Anno IV. (Ref. aus: Jahresberichte über die Fortschritte der Anat. u. Phys. 1883. Bd. XI. S. 98—95.)
61. Malinin, Die Milz in histol., physiol. und pathol. Beziehung etc. Virchows Archiv. 1889. Bd. CXV. S. 303—319. Fig. im Text.
62. Mall, F. P., Das reticulirte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. Abh. der math.-phys. Klasse Sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1891. Bd. XVII. S. 299—338.
63. — The lobule of the spleen. Johns Hopkins Hospital Bulletin. 1898. Nr. 90—91. 6 S. (Ref. aus: Jahresbericht über Anat. u. Entwicklungsgesch. N. F. 4. 1898. 3.)
64. — The Architecture and Blood-Vessels of the Dogs Spleen. Zeitschr. f. Morph. u. Anthr. 1900. Bd. II. S. 1—42. Taf. I—IV.
65. Martinotti, G., Un metodo semplice per la colorazione delle fibre elastiche, Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikr. 1887. Bd. IV.
66. Melnikow-Raswedenko, N., Histologische Untersuchungen über das elastische Gewebe in normalen und in pathologisch veränderten Organen. Beitr. pathol. Anat. und allgem. Pathol. Bd. XXVI. Heft 3. S. 546—588. (Ref. aus: Jahresberichte über Anat. u. Entwicklungsgesch. N. F. 5. 1899. 3.)
67. Miescher-Rüsch, Ueber das Leben des Rheinlachs im Süßwasser. 1. Die Milz des Rheinlachs und ihre Veränderungen. Arch. f. Anat. u. Phys. 1881. S. 193—218. Taf. VIII u. IX.
68. Merkel, Henle Anatom. 1901. 4. Aufl. S. 351—354.
69. Moebius, Zellvermehrung in der Milz beim Erwachsenen. Arch. f. mikr. Anat. 1885. Bd. XXIV. S. 342—345. Taf. XIX. Fig. 18.
70. Müller, Johannes, Ueber die Structur der eigenthümlichen Körperchen der Milz einiger pflanzenfressenden Säugetiere. Müllers Arch. f. Anat. u. Phys. 1834. S. 80—90. Taf. I.
71. Müller, Wilhelm, Ueber den feineren Bau der Milz. Nachrichten von der Göttinger Universität vom Jahre 1862. S. 448—456.
72. — Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig-Heidelberg 1865. S. 115. 6 Taf.
73. — Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere. Herausgegeben von Stricker. 1871. Bd. I. S. 251—262. 2 Fig. im Text.
74. Oppel, Albert, Ueber Gitterfasern der menschlichen Leber und Milz. Anat. Anzeiger. 6. Jahrg. 1891. S. 165—173. 2 Fig. im Text.
75. Orth, Cursus der normalen Histologie. 5. Aufl. Berlin 1888. S. 316—322. Abbild. im Text.

76. Peremeschko, Beitrag zur Anatomie der Milz. Sitzungsber. der k. Acad. der Wissensch. zu Wien. Mathem.-naturw. Klasse 55, 2. Mathematik etc. 1867. S. 539—542. 1 Taf.
77. Rabl-Rückhard, Milz, in Eulenburgs Real-Encyclopädie der gesamten Heilkunde. 1897. Bd. XV.
78. Remak, Ueber runde Blutgerinnsel und über pigmentkugelhaltige Zellen. Müllers Archiv. 1852. S. 115—162. Taf. V.
79. Retzius, Zur Kenntnis der Nerven der Milz und der Niere. Biologische Untersuchungen. Neue Folge 3. S. 53—56. Taf. XXI. Fig. im Text.
80. Rindfleisch, Die Wandungen der capillaren Milzvenen. Berliner klinische Wochenschrift. 1872. Nr. 45. S. 544—545.
81. Robertson, A., Contribution to Splenic Histology. Journal of Anatomy and Physiology. 1886. Bd. XX. S. 509—515. Taf. XV.
82. Robin s. Legros et Robin.
83. Sanders, W. R., Ueber den Bau der Milz. Goodsir. Annal. I. 1850. (Ref. aus: Schmidts Jahrbücher der Medicin. 1851. Bd. LXXI.)
84. Schaffner, Zur Kenntnis der Malpighi'schen Körperchen der Milz und ihres Inhalts. Zeitschr. f. rationelle Med. 1849. Bd. VII. S. 345—454. Taf. V. Fig. 3—13.
85. Schenk, Grundriss der normalen Histologie des Menschen. Wien und Leipzig 1885. S. 227—231. Fig. im Text.
86. Schultz-Schultzenstein, Allgemeine med. Central-Zeitung Nr. 33. (Ref. aus: Canstatts Jahresbericht über die Fortschritte der gesamten Medicin. 1855. Bd. I. S. 52.)
87. Schumacher, Sigismund v., Das elastische Gewebe der Milz. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1900. Bd. LV. Heft 2. S. 151—171.
88. — Ueber die Natur der circulären Fasern der capillaren Milzvenen. Anat. Anzeiger. 1900. Bd. XVIII. S. 27—30.
89. Schwarz, Eduard, Ueber eine Methode doppelter Färbung mikroskopischer Objekte und ihre Anwendung zur Untersuchung der Muskulatur des Darmtraktes der Milz, Lymphdrüsen und anderer Organe. Sitzungsber. der k. Acad. der Wissensch. zu Wien. Mathem.-naturw. Classe 55, 1. Mineralogie etc. 1867. S. 671—689. 5 Taf.
90. Schweigger-Seidel, Fr., Untersuchungen über die Milz. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1862. Bd. XXIII. S. 526—570. Taf. VII.
91. — Von den Arterienenden der Pulpa und den Bahnen des Blutes. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1863. Bd. XXVII. S. 460—504. Taf. X.
92. Sechtem, Zur normalen und amyloiden Milz. Dissert. Bonn 1875. S. 18. 1 Taf.
93. Smith s. Klein and Smith.
94. Sokoloff, N., Ueber die venöse Hyperämie der Milz. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1888. Bd. CXII. S. 209—236. Taf. V—VI.
95. Stieda, Ludwig, Zur Histologie der Milz. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 1862. Bd. XXIV. S. 540—550. Taf. V. Fig. 6.

96. Stinstra, G., *Commentario physiologica de-functione lienis*. Groningae 1854. Bd. VIII. (Ref. aus: *Canstatts Jahresbericht über die Fortschritte der gesamten Medicin*. 1855. Bd. I. S. 108—110.)
97. Stoeher, *Lehrbuch der Histologie*. Jena 1887.
98. Stoff, O., und Hasse, S., *Einige Notizen über die Circulationsverhältnisse der Milz*. *Centralblatt f. die med. Wissenschaft*. 1872. Bd. X. S. 753—756.
99. Teichmann, *Die Lymphgefäßcapillaren der Milz. Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkte*. Leipzig 1861. Taf. XVI.
100. Thoma, *Ueber den Blutumlauf von der Milz*. *Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. Dorpat*. 1894. Bd. X. S. 440—442.
101. — *Ueber die Blutgefäße der Milz*. *Arch. f. Anat. u. Phys. Anat. Abt.* 1899. S. 267—283. Taf. XIV u. XV.
102. Thomé, Rich., *Die Kreisfasern der capillaren Venen in der Milz*. *Anat. Anzeiger*. 1901. Bd. XIX. Nr. 11. S. 271—280.
103. Thomsa, W., *Die Lymphwege der Milz*. *Sitzungsber. der k. k. Academie der Wissensch. zu Wien*. Bd. XLVIII. Abt. 2. S. 652—666. 1 Taf.
104. Tigri, *Intorno all'apparecchio anatomico del meccanismo compensatore del circolo sanguigno*. *Gazetta medica Italianna*. 1854. Bd. V. S. 75—76.
105. Toldt, *Lehrbuch der Gewebelehre (Artikel Milz)*. 2. Aufl. Stuttgart 1884. S. 379—385. Abbild. im Text.
106. Triepel, *Ueber die elastischen Eigenschaften des elastischen Bindegewebes des fibrillären Bindegewebes und der glatten Muskulatur*. Wiesbaden 1898. F. Bergmann.
107. Wedl, C., *Histologische Mittheilungen; zur Anatomie der Milz*. *Wiener acad. Sitzungsber.* 1871. Bd. LXIV. Abt. 1. S. 391—410. Taf. I u. II.
108. Weidenreich, F., *Das Gefäßsystem der menschlichen Milz*. *Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch.* 1901. Bd. LVIII. S. 247—384. Taf. XIV u. XV. Abbild. im Text.
109. Whiting, A. J., *On the Comparative Histology and Physiology of the Spleen*. *Transaction R. Soc. Edinburgh*. 1896 (97). S. 253—316. 3 Taf.
110. Wicklein, E., *Untersuchungen über den Pigmentgehalt der Milz bei verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen*. *Arch. f. path. Anat. u. Phys.* 1891. Bd. CXXIV. S. 1—29.
111. Woronin, W., *Eine neue histologische Methode. Arbeit aus der therapeutischen Klinik von Prof. F. M. Popoff*. Moskau 1898. 9 Seiten. 2 Fig. im Text (russisch).

b) Andere citierte Litteratur.

112. Ewald, A., und Kühne, W., *Die Verdauung als histologische Methode*. *Verhandl. des naturh.-med. Vereins zu Heidelberg*. I. Bd. 5. Heft. 8. St.
113. Disse, *Zur Anatomie der Niere*. *Sitzungsber. der Ges. zur Beförd. der ges. Naturw.* Marburg 1898. Nr. 8. S. 165 172.

114. Kopsch, Fr., Erfahrungen über die Verwendung des Formoldehyds bei der Chromsilberimprägnation. I. anat. Institut der Universität Berlin. A. A. Bd. XI. Nr. 23/24. S. 727—729.
 115. Siegfried, M., Ueber die chemischen Eigenschaften des reticulären Gewebes. Aus dem physiol. Institut zu Leipzig. Bericht über die Verhandlungen der k. Sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig. Mathem.-naturw. Klasse. Heft 3. S. 306.
 116. Waldeyer, W., Kittsubstanz und Grundsubstanz, Epithel und Endothel. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1901. Bd. LVII. S. 1—8.
-

Versuch der Aufstellung eines chemischen Gesetzes für Erregung und Nacherregung, Ermüdung und Er- holung unserer Sinnesnerven und Nerven.

Von

Dr. Eduard Richter,

Specialarzt für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten zu Plauen i. V.;
früher Privatdozent für Physiologie zu Greifswald.

(Mit 8 Textfiguren.)

Durch die elektrischen Untersuchungen des N. opticus, welche ich zu oft wiederholten Malen an meinem eigenen Auge vorgenommen habe, war ich im Stande, ein stets wiederkehrendes, constantes Gesetz, das „Opticusgesetz“, zu finden, d. h. also eine Erregung des N. opticus auf konstante elektrische Ströme, welche ausnahmslos klar und deutlich bei der nötigen Stromstärke von 2,5 M. A. hervorzurufen und festzustellen war.

Wie aus früheren Seiten der Intern. Monatsschrift hervorgeht¹⁾, erhält man dasselbe, wenn man eine dünne Rachen-Knopfelektrode durch die Nase bis zum Rachen schiebt und eine Augenelektrode auf die geschlossenen Lider des Bulbus oculi setzt. Auf diese Weise giebt man dem konstanten Strom also Gelegenheit, fast gradlinig den N. opticus und die Retina zu durchqueren.

Diese Durchquerung mittelst eines genügend starken constanten Stromes ergibt sowohl in einsteigender, als auch aussteigender Richtung je ein bestimmtes Gesetz des Verhaltens des N. opticus und — je nachdem — eine veränderte Erregung desselben.

Ist es nun damit möglich, die Ursache jener Erscheinungen zu entdecken, welche überhaupt in unserem Körper eine Nerven-erregung

¹⁾ Bd. XIX. Heft 3/4; vergl. auch daselbst *Anmerkung*.

herbeiführen? Wie hat man sich eine Erregung des N. opticus durch den elektrischen Strom überhaupt vorzustellen? Sind es rein physikalische Durchströmungen oder sind es chemische, sind es polarisierende Wirkungen oder alles zusammen — biologisch-physiologische Erscheinungen, welche der elektrische Strom an dem *feuchten, chemischen, warmen, organischen* Leiter auslöst!? Ist während der Durchströmungszeit und auch nachher eine *Verschiebung des natürlichen Chemismus davon die Ursache*? Lässt sich eine qualitative Veränderung des leitenden Gewebes irgendwelcher Art während der Durchströmungszeit oder gar nachher finden? Alsdann —, wenn dies nachher der Fall ist, wie und was ist das ursächliche Gesetz der Erregung und Nacherregung?

Optische und elektrische Erregungsreize sind ihrer physikalischen Natur nach schon nicht weit von einander entfernt. Schon allein — roh ausgedrückt — sehen wir, die elektrischen Erscheinungen bringen optische Umwandlungen hervor, optische Erscheinungen bringen elektrische Umwandlungen zur Geltung, dies sogar in physiologischen Organen. Sind ja bereits durch optische Reize hervorgerufene Miniaturströme in der Retina nachgewiesen worden. 1896 sagt L. Herrmann in seinem Lehrbuch der Physiologie unter dem Absatz „Galvanische Vorgänge am Auge“:

„Am unversehrten Auge beobachtet man in der Ruhe und im Lichte Ströme, welche von der Netzhaut herrühren (Holmgren, Dewar, M. Kendrick). An der isolierten Netzhaut findet sich folgendes (Kühne, Steiner): Die Faserseite verhält sich in der Ruhe positiv gegen die Stäbchenseite (im folgenden mag dieser Strom als einsteigend bezeichnet werden). — *Durch Licht* tritt in der Froschnetzhaut, auch wenn der Ruhestrom fehlt, ein zuerst einsteigender und dann aufsteigender Strom auf; beim Aufhören des Lichtes von neuem ein einsteigender. Diese Ströme fehlen, wenn das Licht sehr allmählich einwirkt oder schwindet. An purpurlosen Netzhäuten tritt nur der aussteigende Strom auf, ebenso an der Kaninchennetzhaut (hier sehr vergänglich); am unversehrten Augapfel dagegen macht sich nur die einsteigende Phase geltend, die aussteigende scheint also nur der abgelösten und geschädigten Netzhaut zuzukommen. — Ueber die Bedeutung und speciellere Ursache dieser Ströme ist noch nichts Sicheres bekannt.“

Man will also hier durch optische Vorgänge elektrische erzeugt wissen.

Warum auch nicht! Wissen wir doch ferner, dass es elektrische Strahlen (X-Strahlen) giebt, die sogar durch unsere Körpergewebe zu dringen vermögen und dann noch die photographische Platte *belichten*, welch letztere ja ihren Namen davon trägt, dass die Sonne, das Licht, der optische Reiz in unserem Weltenraumteil *chemische* Erscheinungen *graphisch* hervorzurufen im Stande ist. Chemische Wirkungen aber wiederum auf einer photographischen Platte bringen beide hervor — die elektrischen Strahlen sowohl (z. B. Influenzelektricitätsausgleiche), als auch die optischen. Und wem gleicht wohl die Retina mehr als einer lebenden, empfindenden photographischen Platte? — Da aber nun mehr auch chemische Vorgänge Elektrizitätserscheinungen hervorrufen, so ist es auch möglich, dass auch die durch elektrische oder optische Reize bedingten Umsetzungen im Nerven sich wieder nach besonderen Gesetzen in Spannungsströme umsetzen.

Doch ich will mich zunächst an weiter nichts wie an Thatsachen halten, und will hier einen Beitrag dazu liefern, wie man sich zunächst die Erregung der Nerven, bez. die elektrische Erregung der Nn. optici chemisch zu denken hat.

Viele Versuche habe ich an meinen Augen sogar mit starken Strömen gemacht — *ohne* Widerstände einzuschalten, sowohl mit Einschaltung Pharynx-Bulbus, als auch Anus-Bulbus als auch Anus-Pharynx. Dabei sah ich dann, dass bei kurzen oder langen Durchströmungszeiten (bis zu zwei Stunden vom Anus zum Bulbus oder Pharynx) der Körper solche Polarisationsveränderungen bietet, dass er nach der Durchströmung ähnliche Verhältnisse wie die eines Accumulators bietet.

Auch das Auge bietet hervorzuhobenderweise *nach* elektrischen Versuchen die Verhältnisse eines Accumulators, und den Beweis hierfür, welchen mir *viele* Versuche in gleicher Weise stets lieferten, schicke ich hier nur in *zwei Beispielen*, vom lebenden Körper gewonnen, voraus.

Schalte ich an einem Auge bez. meinem Auge, was längere Zeit nicht zu elektrischen Versuchen gedient hat, den Strom einer Batterie bez. den von zwei bis fünf Grenet'schen Elementen (Potentialdifferenz 2 Volt)

ein und lasse den Strom durch Graphitrheostaten, deren Widerstände — nebst Galvanometerwiderstand — 12600 Ohm betragen, sich durch diese Widerstände schwächen, so erhalte ich bei eingeschaltetem Auge an meinem Galvanometer¹⁾ einen Ausschlag von 0,3—1,2 M. A.

Die Anordnung würde also zunächst so sein, wenn zunächst die Kathode auf den Bulbus bez. die geschlossenen Lider kommt und die Anode, wobei *El* die Batterie, *Rh* die Rheostaten, *G* das Galvanometer, *Ka* die Kathode, *An* die Anode, *B* den Bulbus oculi mit N. opticus bedeutet:

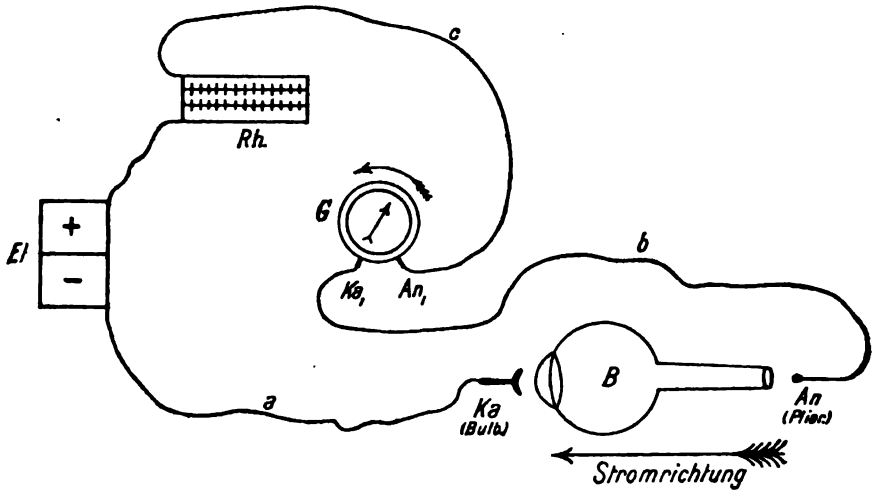


Fig. 1.

Schema des aussteigenden Stromes mit Galvanometer-Ausschlag.

El Element; *G* Galvanometer; *Rh* Rheostat; *B* Bulbus und N. opticus; *a, b, c* Leitungsschnüre.

Bei dieser Durchströmung sitzt also die Augenelektrode zunächst auf den geschlossenen Lidern des Bulbus. Der Strom von 0,3 bis 1,2 M. A. fällt bei dieser Anordnung durch den Einschaltwiderstand des Auges, bez. noch mehr aber durch den des Augenlides auf 0,25 M. A. — Die letztere Stromstärke ist nun nicht im Stande, einen optischen Reiz an dem auf genannte Weise eingeschalteten N. opticus hervorzubringen. Lässt man nun die Durchströmung fünf Minuten lang geschehen und trifft dann die Anordnung, dass man die Leitungsschnur *a* bei *El* — löst, ebenso die Schnur *c* bei *An*₁ und dann die Schnur

¹⁾ Von Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen aperiodisches Glocken-Magnet-Suspensions-Galvanometer.

a mit An_1 verbindet, so erhält man bereits einen Strom eigener, nachwirkender Natur, wenn man die Augenelektrode auf den Lidern liess. Nimmt man nun aber die feuchte Wattelage der Augenelektrode, welche die Elektrode während der Strombeschickung (alias Ladung) überkleidete, schnell ab und vertauscht sie mit frischer feuchter Watte, um nämlich keine *äusseren* Polarisationsgase in dieser Watte zu haben, setzt dann diese frisch feucht überkleidete Elektrode auf den *blanken Bulbus* durch Oeffnung der Lider, dann erhält man, übertragen durch die an Ort und Stelle lieengebliebene Rachenelektrode und nunmehr die Augenelektrode, also *ohne* Elemente, vom Auge aus einen Strom von 0,3 M. A., aber nicht gleicher Richtung, sondern entgegengesetzter. *Das Auge verhält sich also wie ein Sekundärelement, wie ein Accumulator* oder mit anderen Worten nach den Gesetzen beschickter Accumulatoren, das Auge ist nun polarisiert.

Die Anordnung zur bildlichen Darstellung des eben Gesagten würde also jetzt folgende sein:

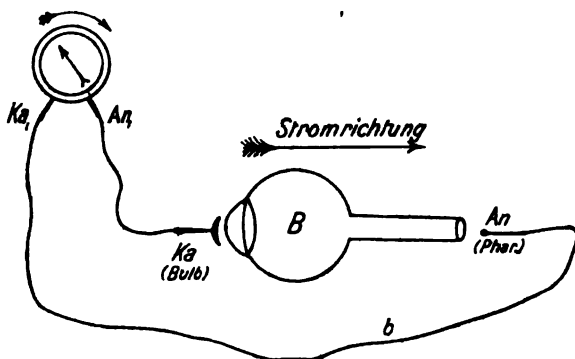


Fig. 2.

Während also der Strom der Batterie vorher den N. opticus im *äusseren* Stromkreis von An durch Ka durchquerte, ging er in der Batterie selbst von $El-$ nach $El+$. Der Strom ging also am Galvanometer G von An_1 nach Ka_1 ; denn der Strom geht ja immer im *äusseren* Stromkreis von der Anode zur Kathode, im Element selbst von der Kathode zur Anode. Habe ich also nach der Batteriedurchströmung die Verbindungen mit der Batterie gelöst, die eine Elektrodenverbindung aber am Galvanometer gelassen und nur die andere

(a) von der Batterie weg nach An_1 verlegt, so ist jetzt das Auge — das Element und das Galvanometer wieder im äusseren Stromkreis. Dabei sieht man nun am Galvanometer die Nadel nach der *entgegengesetzten* Seite den Ausschlag 0,3 M. A. anzeigen.

Der Strom kreist also jetzt in anderer Richtung um das Galvanometer und dementsprechend auch in anderer Richtung als vorher im Auge selbst, indem er ja vorher daselbst von der Anode zur Kathode ging, — das Auge nunmehr aber als Element selbst auftritt. Die Stromesrichtung hat also am Auge durchaus in beiden Versuchsfolgen *gewechselt*.

Im Batteriezusammenhang war sie *aussteigend*, in abgesonderter Anordnung ist die Richtung nunmehr *einsteigend* geworden.

Keht man nun nächsten Tages den Versuch um, so bringt man also aufs neue das Auge mit der Batterie in Verbindung, aber so, dass nunmehr die Anode auf dem Auge bez. auf den Augenlidern steht und die Kathode im Rachen hinter dem Auge sich befindet; wiederum lässt man fünf Minuten das Auge mittelst des gleichstarken galvanischen Stromes von 0,3 M. A. wie im vorigen Versuch durchströmen und erhält wiederum einen Ausschlag von 0,25 M. A. — Weitere Einzelheiten über Stromdifferenzen (z. B. Anwachsen des Stromes) bei beiden Stromrichtungen übergehe ich hier.

Die Anordnung ist also folgende:

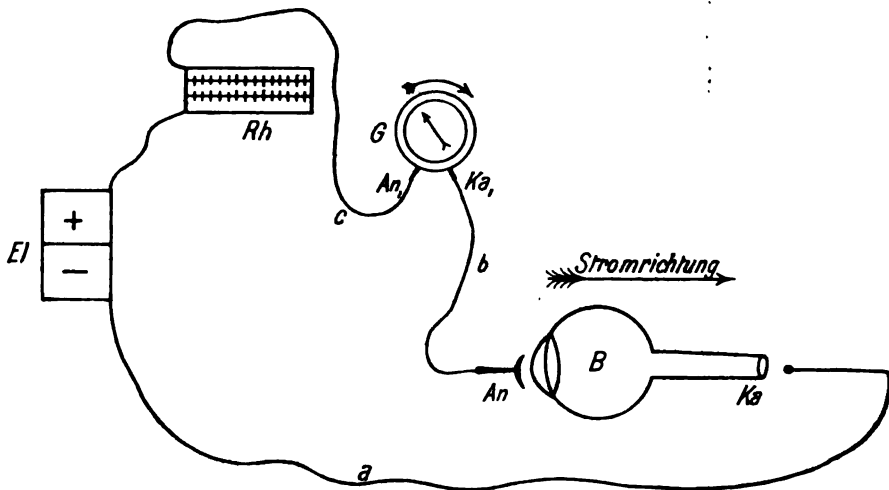


Fig. 3.

Schema des einsteigenden Stromes.

d. h. der Strom geht vom $El+$ durch die Graphitrheostaten von 12600 Ohm nach dem Galvanometer durch die Leitung c nach An_1 , umkreist dann das Galvanometer G und geht von Ka , nach der Augenelektrode und Anode An ; dann durchquert er den Bulbus nebst N. opticus bis zur Ka , läuft dann durch die Leitung a nach der Batterie $El-$ zurück und von da nach $El+$, um seinen Umlauf fortzusetzen.

Bei dieser Anordnung durchläuft also der Strom den Bulbus oculi und N. opticus *einsteigend*, und das Galvanometer schlägt dementsprechend aus — gemäss der Abbildung.

Verbindet man nun aber gleich nach der Versuchsunterbrechung das Auge, wie gleich bildlich folgt, mit dem Galvanometer, wechselt

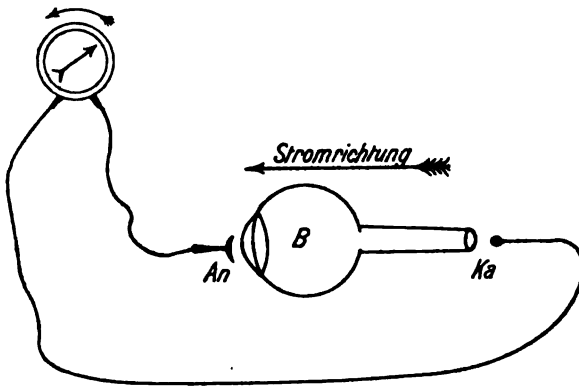


Fig. 4.

die polarisierte feuchte Watte auf der Augenelektrode mit frischer, feuchter Watte und setzt nun die Augenelektrode auf den *blanken Bulbus* bez. die blanke Cornea, während die Rachenelektrode an Ort und Stelle blieb, so erfährt die Galvanometernadel den gegenteiligen Ausschlag, der Strom wird ohne Elemente *aussteigend*.

Aus der Abbildung sind die Verbindungen der Drähte mit dem Galvanometer zu ersehen, sowie der nun eintretende Galvanometerausschlag.

Es ist also auch hier nunmehr das Auge zum Element mit einem Eigenstrom geworden, und im Element geht ja bekanntermaassen der Strom von Kathode zur Anode, während er im äusseren Stromkreis

von Anode zur Kathode geht; daher der nunmehr entgegengesetzte Galvanometerausschlag.

Also auch diese Durchströmung des Auges brachte eine Wirkung im Auge hervor, welche das Auge nach den Gesetzen der polarisierten Accumulatoren darauf erscheinen liess.

Ich hatte nunmehr auch am lebenden Auge selbst gefunden, was ich am übrigen Körper bei Durchströmung vom Anus bis zum Mund bereits festgestellt hatte, nämlich „Polarisation und accumulatorische Nachwirkung“.

Ich ging darauf den weiteren Erklärungen dieser Erscheinungen, welche ich mit starken und schwachen Strömen oft geprüft hatte, nach, und es wird aus den weiteren Experimenten klar werden, wie sie ausfielen.

Ich benutzte jetzt *tote frische* Augen von Schlachttieren zu meinen Versuchen.

Zwei stählerne Schwertnadeln verband ich metallisch mit den beiden stromzuführenden Drähten, welche von der Batterie den Strom leiteten, stach die eine der Schwertnadeln in die centrale Axe des Sehnervestieles, und zwar so, dass die Nadel nur im Stiel des Sehnerven angebracht war, also nicht bis ins Auge selbst reichte, die andere der Schwertnadeln stach ich in die vordere Augenkammer.

Liess ich nun bei diesen Vorkehrungen einen Strom von 22 Elementen circa 40 Volt hindurchgehen, so zeigte das Galvanometer (bei hundertfacher Abschaltung) einen Strom von 1,0 M. A., der gleich darauf auf 0,7 M. A. abfiel. Die Stromdauer betrug fünf Minuten. Nachher löste ich die Batterieverbindungen, liess die Nadeln an Ort und Stelle, schaltete die hundertfache Galvanometerabschaltung *auf*, löste sie also und erhielt nunmehr einen Ausschlag von 0,4 M. A. — in entgegengesetzter Richtung. Der freie Gegenstrom war also circa hundertmal so schwach, wie der das tote Auge polarisierende Hauptstrom. Also auch am toten Auge zeigte sich accumulatorische Polarisation und Nachwirkung des durchströmenden Stromes. Die Anordnung war also folgende:

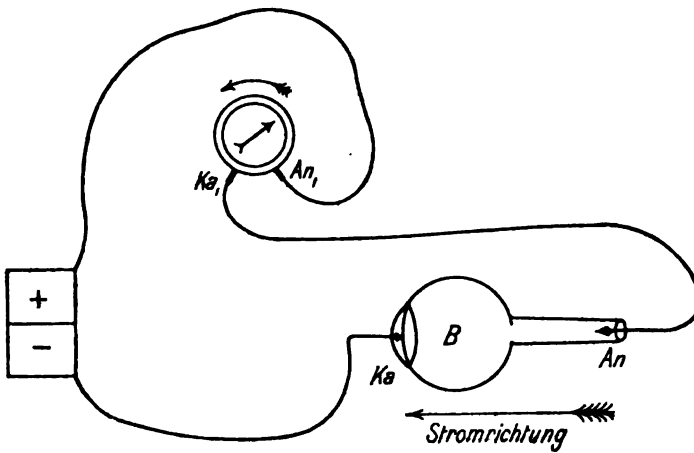


Fig. 5.

Darauf ohne die Elemente der Batterie:

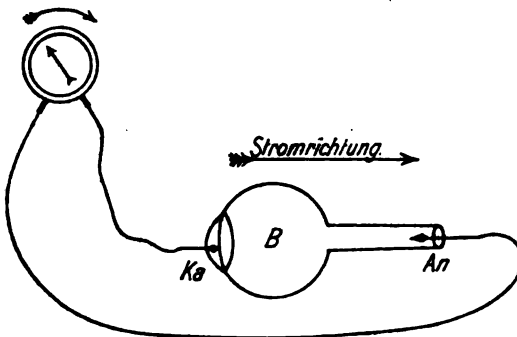


Fig. 6.

Von den vielen Versuchen, welche ich an toten frischen Schlacht-
tieraugen nun weiter ausführte, zeichne ich noch die entgegengesetzte
Stromanordnung an und berichte dann *nur* von den dabei gemachten
wichtigsten Beobachtungen.

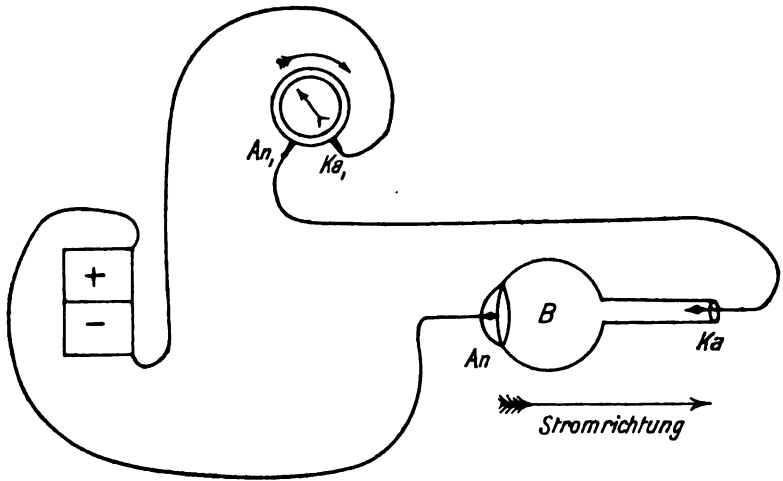


Fig. 7.

Darauf:

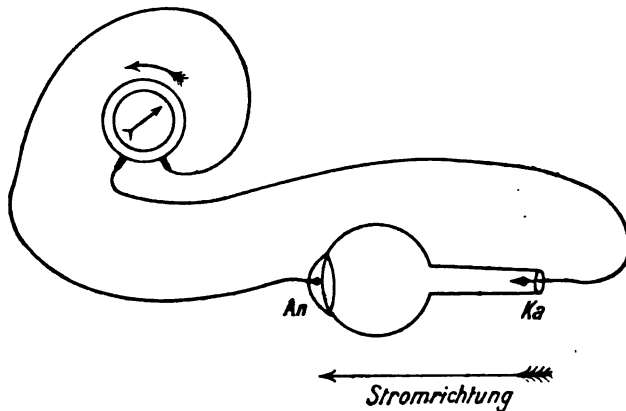


Fig. 8.

Also auch hier brachte die Durchströmung des toten Auges von der vorderen Augenkammer nach dem N. opticus zu — accumulatorische Nachwirkungen hervor, und zwar dauern diese Nachwirkungen oft *stundenlang*, allmählich aber schwächer werdend. Die Nachwirkungen halten noch lange an, auch wenn der active Durchquerungsstrom nur fünf Minuten einwirkte. Da der Aktivstrom bei 22 Elementen und hundertfacher Abschaltung am Galvanometer ungefähr 0,8 M. A. zeigte, dagegen der accumulatorische Strom bei freigegebener

Abschaltung nur 0,5, so ist bei diesen starken Strömen der accumulatorische Nachwirkungsstrom mehr als *hundertfach schwächer*.

Je feiner aber die Durchströmungsstärken auch an toten Augen werden, desto mehr gleichen die accumulatorischen Stromstärken den ursprünglichen.

Ich habe also bewiesen, dass auch am toten Auge sich Gesetze abwickeln, die sich bereits am lebenden feststellen liessen.

Es ist daher nun fürerst einmal an der Zeit, auf diese Gesetze selbst einzugehen; von vornherein gesagt: „*Diese Gesetze sind jene der Polarisation*“.

Hat man die Kathode in die vordere Augenkammer gebracht, so beobachtet man bei dem Strome von 22 Elementen knisternde Bläschenbildung von Gasblasen besonders in der vorderen Augenkammer, dagegen im N. opticus nur geringe Schaumbildung. Bringt man die Stromrichtung umgekehrt an, so bietet sich das Umgekehrte, der Nerv knistert durch Gasbildung und nur wenig Gas bildet sich in der vorderen Augenkammer. Prüft man mit Lakmuspapier die beiden Stromeintrittsstellen sofort nach der Stromunterbrechung, so ist dort, wo das meiste Gas auftritt, alkalische Reaction zu finden, und da, wo weniger Gas auftritt, saure Reaction. Prüft man hinwiederum das Gas, so sieht man, wie beim Entzünden das in Mehrheit abgesonderte Gas sich puffend entzündet, das weniger abgesonderte den glimmenden Funken unterhält. Jenes Gas also, was an der Kathode abgesondert wird, ist Wasserstoff — der Hauptsache nach — und ebenso jenes alkalische Product elektrolytisches Alkali, jenes Gas aber, welches an der Anode abgesondert wird, ist Sauerstoff, und jene saure Reaction rührt her von Säurebildung.

Von den Anteil erweckenden Sätzen, welche ich gelegentlich der elektrolytischen Versuche an frischen, toten Tieraugen machte, will ich nur wenige hervorheben. Einzelne dürften auch schon vom physikalischen Standpunkte prüfenswert sein, z. B. die Beobachtung No. 7, ob nicht z. B. unter verändertem Druck geladene Accumulatoren eine veränderte Capacität zeigen. Ueberhaupt lassen sich die Gesetze der Polarisation bei diesen Versuchen gut studieren.

1. Die von mir getroffene Anordnung zeigt vorher vor Beginn der Versuche am toten Tierauge und auch von den Nadeln aus an sich selbst keinen Strom.

2. Ist das Auge durch starke Ströme ganz polarisiert, so bringt dieselbe Anzahl Elemente bei nun *gewendetem* Strom zwar einen Ausschlag im entgegengesetzten Sinne hervor, aber dieser im accumulatorischen Sinne sich vollziehende Ausschlag hält nur sehr kurze Zeit an — an Bestand, dann sinkt er auf Null und lässt selbst bei jetzt erfolgender Aufschaltung des Galvanometers stundenlang keinen Strom mehr der entgegengesetzten Richtung (von den Elementen her) durch. Diese starken Elementenströme sind jetzt nicht mehr im Stande, etwa aufs neue umzupolarisieren.

3. Die Polarisationsströme, welche den starken Durchleitungsströmen folgen, sind ungefähr zwanzig- bis hundertfach schwächer als diese, dauern aber lange Zeit nach.

4. Die secierten Augen lassen Anioneneinwirkungen an der Chorio-Retina erkennen. In Linse und Glaskörper fand ich Gasbildung nicht.

5. Die Gasbildung im Innern des Auges macht den Bulbus hypertonisch.

6. Der Leitungsweg des Stromes von vorn nach hinten scheint das Kammerwasser und die Iris-Chorio-Retina zu sein, weil die Linse keine Veränderungen zeigt.

7. Sinkt bei spontaner Gasentleerung der Tonusdruck, so sinkt meist auch das Galvanometer. Presst man bei den Polarisationsnachströmen den Bulbus an den Einstichstellen, so bringt dieser Druck oftmals auch das Galvanometer zu Mehrausschlag; es scheint also mechanischer Plusdruck durch Verschiebung der polarisierten Teile die accumulatorischen Ströme zu vermehren. Das zeigt sich besonders, wenn der Bulbus schon wieder etwas atonisch wurde, und dieser atonische Bulbus wird dann gepresst.

8. Setzt man den Einstromungsstrom längere Zeit vom zu polarisierenden Auge ab, so bringt diese Ruhe nur das zuwege, dass die darauf angewendete *entgegengesetzte* erneute Stromzulassung den accumulatorischen Ausschlag bedeutend verstärkt, derselbe aber alsbald wieder auf die accumulatorische Ausschlagshöhe *fällt*, d. h. also wieder.

ich kann bei polarisierten tierischen Geweben eine Gegenkraft von 40 Volt nutzlos anwenden und den nachher auftretenden Eigenstrom nicht vergrössern. Vielleicht erhält dieses Gesetz später noch eine andere Gültigkeit. Es kann also eine grosse Spannung somit unter Umständen nur einen kleinen Strom erzeugen.

9. Der aufs neue eingeleitete und wie der polarisierende Urstrom gleichkräftige Gegenstrom ist auch bei langer Versuchsdauer nicht im Stande, abgeschiedenes Alkali und Säure wieder in ihre alten Verbindungen einzuführen. Das scheint höchstens der accumulatorische Eigenstrom etwas zu vermögen.

10. Die Einwirkung des elektrischen Stromes beruht also auch im lebenden Auge auf Chemismus, und so muss also jede Reizung durch elektrische, constante Ströme den natürlich vorhandenen Chemismus ändern.

11. Hat man von der vorderen Augenkammer nach dem N. opticus Ströme hindurchgeleitet, so bietet jetzt die folgende Anordnung: Stich in die vordere Augenkammer und Stich in die Aequatorialzone zwar einen accumulatorischen Strom, aber ungefähr $\frac{2}{3}$ kleiner, wie der ganz durchgehende Eigenstrom.

12. Hat man im Aequator des Auges zwei gegenüberliegende Punkte zur Einstromung gewählt zwecks Durchströmung des Glaskörpers, so zeigen nachher die beiden anderen Quadrantenpunkte des Aequators *kaum* etwas Strom.

13. Die Pupille verengt sich bei Zunahme des Tonus unter den Erscheinungen von 12.

14. Das tote Auge zeigt sich besonders für Durchströmungen in der optischen Axe geeignet, nicht aber für alle Punkte der äquatorialen Axe. Denn alle Punkte des Aequators zeigen zwar accumulatorische Nachströme, wenn die optische Axe die Durchströmungsaxe bleibt, nicht aber alle Punkte des Aequators, wenn am Aequator zwei sich entgegengesetzte Einstromungsstellen dem Eintritt des Stromes dienen.

15. Führt man die Elektroden zur Durchströmung in das Corpus vitreum, so zeigen nachher vordere Augenkammer und Nerv nichts von Eigenstrom. Das Corpus vitreum scheint daher eher zu *isolieren*,

statt feucht zu leiten. Der *nervöse* Apparat der Retina scheint also für elektrische Ströme der Hauptleiter zu sein.

16. Schwächere Ströme zeigen, dass mindestens 30 Sekunden nötig sind, um accumulatorisch nachwirken zu können.

17. Schaltet man einen accumulatorischen Strom, welcher durch 15-Minutenladung von 3 M. A. gewonnen ist, dauernd am Galvanometer ein, so wirkt dieser Strom noch accumulatorisch dauernd ungefähr eine halbe Stunde fort.

18. Feinste Ströme (0,2 M. A.) zeigen oft relativ grösseren accumulatorischen Ausschlag (0,4 M. A.), als ihre Ladungsstärke war, was mir physikalisch beachtenswert erscheint.

19. Feinste Ströme bieten keine sichtlichen Polarisationsgase.

20. Das Augenlid am lebenden Auge ist für feine Ströme ein grosser Widerstand. Der Bulbus selbst bietet diesen Strömen wenig Widerstand.

Vorstehende Versuche am lebenden und toten Auge haben also zum mindesten gezeigt, dass während der Durchströmungszeit mit elektrischen Strömen das Auge nebst dem N. opticus Wirkungen unterliegt, welche, durch Aenderung des Chemismus während der Reizzeit eintretend, nach der Reizzeit mittelst dieses veränderten Chemismus elektrische Nachwirkungen hervorbringen.

Die Ursache dieses veränderten Chemismus des N. opticus und der nervösen Augenteile war aber der „elektrische Strom“ oder, wie wir sagen, der „elektrische Reiz“. Während des Reizes änderte sich also der Nervenchemismus.

Ob schwache oder starke Ströme das Auge von vorn nach hinten durchkrenzen, es gelingt diesem Reiz, eine chemische Molecularspaltung durch die dynamische Wirkung des Reizes hervorzubringen, welche an den Einsatzstellen des Reizes je nach der Richtung des Stromes verschieden sind und somit das Gleichgewicht der ruhenden und gebundenen Spannkraften im ruhenden Nerven stören, dadurch denselben erregen, d. h. also auf diese Weise *den Nervenapparat erregen*. An der einen Reizstelle und seiner polaren Umgebung bilden sich Wasserstoff, Alkali und ferner andere unbekanntere Umsatzstoffe des Eiweisses beziehentlich Zerfallsproducte der Protoplasmasubstanzen;

an der anderen Stelle bilden sich Sauerstoff, Säure und ebenfalls andere unbekanntere Stoffe des Eiweisszerfalles, die aber zu den ersteren Zerfallsproducten sich *diametral* verhalten und im *Verhältnis von Alkali zur Säure* stehen.

Durch diese diametrale Molecularspaltung wird aber (vergl. Opticusgesetz) 1. die Nervenstromrichtung bez. Reiz- oder Spannungsrichtung bez. Erregungsrichtung und 2. sogar die Eigentümlichkeit der Nervenerrregung bestimmt.

Während wir aber am toten Auge eine Ansammlung der durch den „Reiz“ hervorgebrachten lytischen Ionen erhalten, tritt bei den am lebenden Auge angewandten, viel schwächeren Strömen und bei der im Auge stattfindenden Durchspülung der gefässreichen Chorio-Retina mit alkalischem, aber sauerstoffhaltigem Blut eine Ionenbildung *sichtlich* nicht auf. Dessenungeachtet muss sich die Reizwirkung am lebenden Auge im Kleinen nach denselben Zerfallsgesetzen bilden.

Diese Befunde haben aber nun noch einen erhöhten Wert, wenn wir uns das von mir aufgestellte Opticusgesetz noch einmal klarlegen; dasselbe lautet:

„Einstiegende Ströme reizen zu Lichterscheinung während der ganzen Reizdauer.“

„Aussteigende Ströme reizen den N. opticus zu Lichterscheinung nur beim Reizfortfall.“

„Nur die Stromrichtung's. Reizrichtung, nicht die polaren Wirkungen bestimmen die Reizwirkung, die *fortschreitende Bewegung* der polaren Umsetzung bildet den Nervenerrregungsstrom.“

Sollte es nun hier durch dieses stets constante Gesetz und durch obige Befunde nicht möglich sein, einen Einblick in das Wesen der Erregung des N. opticus und anderer Sinnesnerven, ja in das Wesen der Erregung aller Nerven überhaupt zu erhalten?

Zunächst ist ja die Grundlage jedes biologischen Wesens, jedes tierischen Lebens — biologischer Chemismus, d. h. Umsatz chemischer Spannkkräfte aus organischen und unorganischen Stoffen. Damit bestritten wir der Hauptsache nach die tierische Wärmebildung und die zur Aeusserung bestimmten Kraftleistungen unseres Körpers. Fort-

während Spannkräftverschiebungen finden in unserem Körper statt, aber in den gesunden Teilen immer dieselben. Hier an einer Stelle wird Sauerstoff aufgenommen, dort Kohlenwasserstoffe und Kohlen-säure abgegeben, hier Sauerstoff abgegeben und für Oxydationszwecke verbraucht, Salze gebunden und zerspalten und immer an den *gleichen* Orten nach *gleichen* Gesetzen. Durch ein wohl zergliedertes System von Nervenleitungen sind die Orte verschiedener Spannkräftumsetzung mit dem Centralorgan, dem Gehirn, zweifach verbunden, sensibel und motorisch oder sensibel und sensitiv; eine wohlgegliederte Leitung verbindet die Orte diametraler Umsetzungen. Gleichwie im galvanischen Element Zink, Kupfer und Schwefelsäure durch eine Leitung einen Strom schicken, wenn die Leitung geschlossen ist, infolge der Auslösung von Spannkräftverschiebungen, so ist in unserem Körper das Nervensystem eine Leitung zwischen Orten diametraler Kräftumsetzungen. Ich bin weit entfernt davon, unseren hoch temperierten Körper mit jenem Vergleichsbilde durchaus zu analogisieren, aber was im kalten galvanischen Element der galvanische Strom, das sind in unserem Protoplasmakörper *die biologischen Ströme alias Erregungen oder Spannungsverschiebungen zwischen Orten von diametralem Chemismus*. Und derartige diametrale Chemismen giebt es, das Blut reagiert z. B. alkalisch, der Harn sauer, das Blut reagiert alkalisch und enthält dabei dennoch Sauerstoff, der Magensaft, der Harn reagieren sauer und enthalten Umsatzkörper der Kohlenwasserstoffreihen. Das rollende, *intermediäre* Blut ist also für den Chemismus unseres Körpers ein zwittriger Saft von von grosser Bedeutung, es kann zweiseitig wirksam werden, hier zur Neutralisation von Säuren führen infolge seines Alkaligehaltes, dort zur Bildung von Säuren führen durch Abgabe seines Sauerstoffes.

Zunächst einmal beim N. opticus beginnend, sehen wir, dass, wenn die Anode des galvanischen Stromes auf dem Auge sitzt und ein Batteriestrom das Auge bis zur Rachenkathode durchquert, der gereizte N. opticus mit Licht antwortet und zwar während der *ganzen* Versuchsdauer, das hiesse also auf chemisch:

„Während der von einem Lichteffect begleiteten Reizzeit s. Erregungszeit s. Durchströmungszeit des N. opticus bildet der elektrische

Strom an dem Nerven eine Erregung, eine Spannkraftverschiebung, welche sich in der Richtung geltend macht von der freiwerdenden Säure zum freiwerdenden Alkali, oder vom freiwerdenden Sauerstoff zum freiwerdenden Wasserstoff (ausgenommen die anderen Protoplasmaumsetzungen). Da der N. opticus aber — zwar möglichst nahe — aber doch bei diesem Versuch nicht völlig in den galvanischen Strom eingeschaltet ist und von mir erwiesenermaassen *nur die Stromrichtung*, nicht die polare Wirkung der Elektroden — das optische Erregungsbild hervorbringt, so muss normalerweise schon eine Spannkraftverschiebung gleich einer Erregung des N. opticus werden, welche vorn an der Retina Säure, hinter der Retina Alkali bildet. Da nun aber das Cerebrum bereits alkalisch reagiert, so könnte vielleicht bereits *Säurebildung an den Endausläufen des N. opticus (oder der anderen Nerven) den Complex der Erregung des N. opticus einleiten*. Auch sehen wir dabei, dass *natürlicherweise der N. opticus nur für einen einzigen Reiz- s. Erregungsschemismus eingestellt zu sein* scheint, nämlich peripher saure, cerebral alkalische Reaction, weil er auf die andere Stromesrichtung nicht reagiert.

Anders aber ist es bei der *anderen* Stromrichtung, da sehen wir, wenn vorn die Alkalibildung und hinten die Säure (und Sauerstoffbefreiung) eintritt, dass der N. opticus normaliter gar nicht auf letzteren Reizmechanismus optisch reagiert, sondern erst im Augenblick, wenn dieser Reizmechanismus wegfällt und accumulatorische Nachströme eintreten, antwortet jetzt der Nerv — mit Licht. Zu bemerken ist im letzteren Zusammenhang also nochmals und ist es zu betonen, wie zu erinnern von grösster Wichtigkeit, dass nach dem Aufhören des Batteriereizes, wie im voraus geschildert, Ströme entstehen, welche dem Einleitungsstrom entgegengesetzt gerichtet sind und dass diese Nachströme in diesem Fall in ihrem Entstehen dann physiologisch einen Augenblick als Reizstrom wirken, am stärksten also wirkend unmittelbar nach Fortfall des Erststromes.

Der N. opticus scheint also für die aussteigenden Stromrichtungen bereits in einem Zustand natürlicher Polarisisation zu sein, d. h. cerebrwärts gegen Säuerung bei gleichzeitiger peripherer Alkalisierung nicht reagieren zu können, gegen diese Spannungsrichtung un-

empfindlich zu sein, d. h. also wohl — unempfindlich gegen einen Zustand anormalen Stoffwechsels.

Auch ist ja freilich bei letzterem Versuch zu bemerken, dass das Entstehen der Säuerung zwischen zwei alkalischen Herden erfolgt. Da die Säuerung hier am Rachendach erfolgt, also auf halbem Wege des N. opticus, so sind noch mehr cerebralwärts das alkalische Gehirn und peripher die alkalisierende Stromwirkung der die Säuerung erfassenden Endstationen!!!

Auf verändertem, aber stets demselben Chemismus müssen meiner Meinung nach sämtliche Nervenenerregungsgesetze, d. h. die Gesetze physiologischer Spannkraftverschiebungen s. der physiologischen Ströme beruhen, das ist doch eigentlich selbstverständlich. Es müssen die Gesetze der Nervenenerregungen die Gesetze 1. erhöhter physiologischer Spannungen und 2. der Spannungsverschiebungen, 3. der Spannungsausgleiche im Nerven sein. *Die Nervenenerregungen sind also physiologische Ströme* und Säuerung an der Peripherie jedenfalls der Hauptchemismus der Nervenenerregung.

Aber nicht nur in einen Zustand der Erregung können unsere Nerven geraten, sondern auch eine positive oder negative Nacherregung machen sie durch, das wissen wir gerade vom N. opticus. Während nun die positiven Nacherregungen (s. beim N. opticus Nachbilder) weiter nichts sind wie die kurze Fortdauer der Erregung auf einen zu intensiven Kraft- s. Lichtimpuls in ein und demselben Sinne des veränderten Chemismus, müssen die negativen Nacherregungen anders erklärt werden.

Das optische positive Nachbild ist ja kurz die positive Weitererregung des N. opticus. Wie verhält es sich aber mit den negativen Nachbildern?

Ich erwähne von den negativen Nachbildern aus Landois, Lehrbuch der Physiologie, S. 400 *nur ein* einziges Beispiel: „Negative farbige Nachbilder“, sagt Landois daselbst, „zeigt sehr schön Nörrenbergs Apparat. Man blickt längere Zeit unverwandt auf eine farbige Fläche, z. B. eine gelbe Papptafel, in deren Mitte ein kleines blaues Quadrat geklebt ist. Plötzlich fällt ein weisser Schirm von der Tafel nieder. Man sieht nun die weisse Fläche bläulich mit einem gelb-

lichen Vierecke in der Mitte.“ Alle anderen negativen Nachbilderarten erklären sich aus diesem Beispiel.

Aus diesem einfachen Versuch scheint mir physiologisch dasselbe hervorzugehen, was ich am Auge physikalisch bereits in Gestalt der „elektrischen Nachströme“ nachwies. Gerade so wie der elektrische bez. galvanische Strom sofort nach seinem Wegfall eine *entgegengesetzte* Nachströmung nach sich zieht, so bringt dies der physiologische Lichtimpuls zuwege, und zwar dienen der galvanische Nachstrom beziehentlich die physiologische Nacherregung *zum Ausgleich* der Ursprungsregung.

Ist z. B. durch einen Reiz der Chemismus der lebenden Retina derart verändert, dass z. B. eine Gelbempfindung im optischen Nerven eintrat, es fällt darauf mit einem Schlage dieser Reiz fort und ich projiciere die Nacherregung auf eine weisse Fläche, so sehe ich die Gelberregung zur Blauerregung sofort übertreten, d. h. die farbige Ersterregung macht der Erregung in der Contrastfarbe Platz, welche also der Ersterregung entgegengesetzt ist und ihren Ausgleich zu homogenem Weiss herbeiführen will, also die durch farbige Perception erregten Nerven durch Nacherregung in den Neutralzustand homogener diffuser Weisslichtempfindung zurückzuführen im Stande ist.

Die Nacherregungsströme brauchen eine gewisse Zeit, um das labile Gleichgewicht — den Ausgleich — im Chemismus für normale Perceptionsfähigkeit wiederherzustellen — und zwar nur bei solch intensiven Reizen, welche sichtbare Nacherregungen herbeiführen. Dann bedarf also auch das Auge einer gewissen Zeit, um aus dem Chemismus intensiv gelöste, lytische Stoffe aus der Erregungssphäre herauszuschaffen. Bei geringeren Reizintensitäten wird wohl der während des Reizes pulsierende alkalische, sauerstoffhaltige Blutstrom schon das seine thun, um die Verbrauchs- s. Ermüdungsstoffe schnell zu neutralisieren beziehentlich zu beseitigen.

Merkwürdig ist, dass die Säurespaltungen der Hauptsache nach an den freien Oberflächen der grossen secretorischen Organe abgesondert werden — Harnsäure, Gallensäure, Salzsäure, Hidrotsäure, Kohlensäure — und dass dagegen das Körperinnere, insbesondere das Gehirn (oder *sit senia verbo* — die Psyche), alkalisch reagiert. Es liegen hier offen-

bar an sich eine Menge Spannungsdifferenzen vor, die nach den bereits vorher erwähnten Gesetzen einen mehr aufsteigenden Charakter haben.

Es scheint also auch jede *Ermüdung*, schon durch die Erregung anfangend, eine Säuerung der erregten peripheren Teile darzustellen, und die *Erholung* aus dieser Ermüdung ist die Fortschaffung der überschüssigen Säuren aus der Erregungssphäre.

Ist es nun gerechtfertigt, diese allgemeinen Erwägungen an die gemachten Befunde elektrischer Art anzuknüpfen? Ich hoffe, dass dem so ist.

Die Gegenseitigkeit elektrischer und optischer Kraftquellen ist nach dem heutigen Stand unseres Wissens erkannt. Es besteht, wenn auch eine Kluft zwischen beiden, so doch die engste Verwandtschaft zwischen elektrischen und optischen Wellen. Gerade so wie bei der einen Versuchsanordnung der aufsteigende elektrische konstante Strom den N. opticus in Erregung versetzte, fällt das Licht ja stets *nur* in *aufsteigender* Richtung auf den Sehnerven und erregt ihn während der Tagesleistungen mit Ausnahme jener kurzen Erholungspausen, wo durch den circa 30 000 mal am Tage erfolgenden unwillkürlichen Lidschlag der Lichtreiz ausgeschaltet wird. Offenbar ist das Licht überhaupt der Hauptauslöser der in uns zur Wirkung kommenden Spannkraftverschiebungen und unser Hauptsinneserreger. Ueber keinen anderen Sinnesnerv hat die Natur ein sich selbst steuerndes Schutzorgan in Gestalt einer Schutzklappe, wie das Lid ja an und für sich ist, gezogen, über keinen anderen Sinnesnerven schliesst sich eine derartige Fallklappe des Nachts über dem Sinnesorgan, obgleich der eigentliche Erregungsreiz, das Licht, während der Nachtzeit ja ohnedies schon ausgeschaltet ist. Diese Zeit der Ruhe des Nachts — für den N. opticus — ist also für den ganzen Körper die Zeit der Erholung. Die Ermüdungstoffe, die die Lichterregung zumeist in uns auslöste, werden weggeschafft, die erregten Teile chemisch rekonstruiert. Aus den durch das Licht ausgelösten Spannkraften muss aber auch die Summe jener Kräfte bestritten werden, die durch besondere Leitungen bei Tag und Nacht die Regulierung der selbstthätigen Atmung, Peristaltik und der Muskelleistungen incl. Herzmuskelleistung des Nachts und des Tages leiten. Wo diese aufgespeichert sind, accumuliert sind, ist eine neue Frage — —!

Der meiste Auslös von Spannkraften in unserem Körper geschieht also offenbar durch optische Wellen, die wir als verwandt den elektrischen Wellen setzen können und die in uns physiologische Ströme s. Erregungen nach chemischen Gesetzen in Menge erwecken. Und so ist also das Durchleuchtungssystem unseres Erdballs bis in unser Auge hinein — eine Telegraphie ohne Draht von der Stammutter alles optischen Reizes, alles Lichtes — unserer Sonne, die in uns Spannkraften und dynamische Verschiebungen, Arbeitsströme, *erregt*.

Bin ich also der Meinung geworden, dass die Erregung eines Nerven auf Erhöhung der peripheren Säuerung bei gleichzeitiger Erhöhung der Alkaleszenz der centralen cerebralen Teile beruht *beziehentlich also zwischen Orten diametraler Stoffumsetzung* vor sich geht, und sehe ich, dass die durch die Nervenirregung losgelösten Chemismen nicht durchaus ähnlich wie polarisierte Umsatzprodukte — durch die Nacherregung in ihre Verbindungen zurückgebracht werden können, so ergibt sich das Gesetz der *Ermüdung* und *Ueberlastung* von selbst. Zu starke periphere Säurenentwicklung, zu starke centrale Alkaleszenzentwicklung beziehentlich ihre gegenseitig gegeneinander fortschreitende Entwicklung sind Ueberlastungen des für weitere Reaktion beanspruchten Nervengewebes und ist es nur eines geringen Theils Sache der Nacherregung, die gelösten Chemismen in etwas zu binden; dieser Nachreiz bewirkt gleichzeitig eine Dämpfung der erregten Theile, ferner aber, und das ist zum grössten Theil der Fall, ist es Sache des alkalischen, aber sauerstoffhaltigen Blutes, welches ja in unserem Körper *intermediär* eingeschaltet ist, mechanisch die durch die Nervenirregung gelösten Chemismen fortzuschwemmen beziehentlich chemisch dieselben im Sinne einer Neutralisation zu binden, dadurch die Nerven zu entlasten, das heisst ihre *Erholung* aus der Ermüdung herbeizuführen, während die Zeit gänzlicher *Ruhe* dazu bestimmt ist, die Reorganisation der biologisch-chemisch destruierten Theile herbeizuführen.



Referat.

Von

W. Krause.

Zuckerkandl, E., *Atlas der topographischen Anatomie* des Menschen.

8. Wien u. Leipzig. W. Braumüller. Heft II. Brust. In 48 Fig. mit erläuterndem Text. 1900. S. 223—288. 4 Mk. Heft III. Bauch. In 95 Fig. mit erläuterndem Text. 1901. S. 289—411. 8 Mk. Heft 4. Becken. In 113 Fig. mit erläuterndem Text. 1902. S. 415—593. — 10 Mk.

Die erste Lieferung dieses Werkes wurde bereits angezeigt (diese Monatsschr. 1899. Bd. XVI. S. 322) und dem dort Gesagten ist über die Bedeutung der Leistung kaum etwas hinzuzufügen. Der Atlas entspricht den Bedürfnissen des Studierenden wie des praktischen Arztes, und die Figuren sind nach dem Autotypieverfahren hergestellt, zugleich etwas schematisiert. Dadurch werden sie ausserordentlich instructiv, und letzteres tritt besonders bei der vierten Lieferung hervor, die das Becken betrifft. Nicht weniger als 113 Figuren sind dem Becken gewidmet, nicht viel weniger als in dem grossartig klassischen Werk von Waldeyer (s. diese Monatsschr. 1899. Bd. XVI. S. 30). Nur durch das für den Lehrzweck eingerichtete Autotypieverfahren dürfte es möglich sein, so viele Abbildungen, welche die Beckeneingeweide in den verschiedensten Ansichten und Durchschnittsebenen zeigen, für einen so billigen Preis herzustellen. Bei der Betrachtung der Figuren werden wohl manche Praktiker finden, dass sie doch eigentlich bisher keine ganz richtige Vorstellung von der Lage der Beckeneingeweide zu einander gehabt haben. Besonders instructiv sind in dieser Hinsicht die Figuren 363—368, 376, 377, 405—408, in denen die Hohlorgane bei natürlicher Anfüllung wiedergegeben wurden. Auch Fig. 467 und 468 sind interessant, sie zeigen die Lageverhältnisse, wie sie von den freigelegten Foramina ischiadica aus gesehen werden. In Fig. 431 findet sich eine offenbar injicierte Glans clitoridis. Die Terminologie folgt dem Baseler anatomischen Nomenclaturverzeichnis, und es ist erfreulich zu sehen, dass ursprünglich obscene Ausdrücke, wie Vulva, so leicht ganz vermieden werden können. Die Verhältnisse der Bursa ovarica und der Fossa ovarica sind in Fig. 452, 445 und 446 besonders klar dargestellt.

Die Schlusslieferung soll bald erscheinen und ausser den Extremitäten auch die Hernien enthalten; nach dieser Komplettierung wird der Atlas ein sehr vielseitig brauchbares Hilfsmittel für das Studium abgeben.

Ueber Formvarietäten des unteren Rachenendes (des Laryngopharynx).¹⁾

Von
Werner Rosenthal
(Erlangen).

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

Eine ausgedehntere Untersuchung über die Pulsionsdivertikel des Schlundes veranlasste mich, mit Hülfe von Abgüssen die Gestalt des unteren Pharynxendes genauer zu untersuchen.

Die Pulsionsdivertikel sind eine sehr seltene Erkrankung, sie kommen aber verhältnismässig am häufigsten an einer ganz kleinen Partie der Schlundwand vor, nämlich der Ringknorpelplatte und besonders deren unterm Teil gegenüber. Es sind bisher etwa 125, teils anatomisch untersuchter, teils zuverlässig diagnostizierter Fälle bekannt, in denen der Eingang des Sackes in diesem Niveau und zwar, mit Ausnahme von höchstens zwei Fällen, in oder nahe der hintern Mittellinie des Schlundrohres lag, während vom ganzen übrigen Pharynx und vom Oesophagus allerhöchstens 8 bzw. 40 Pulsionsdivertikel beschrieben worden sind.

Es scheint also diese kleine Wandpartie entweder zu Ausbuchtungen ganz besonders disponiert oder Schädigungen besonders ausgesetzt zu sein; für beide Annahmen lassen sich Gründe anführen, aber beide nicht exakt beweisen. Gegen diese beiden Annahmen ist eingewandt worden, dass es dann auffallend sei, dass nur bei so wenigen Personen, nämlich nur den 125, die mit dem schweren und charakteristischen Krankheitsbild der Pulsionsdivertikel dieser Stelle

¹⁾ Zum Teil Auszug aus: Die Pulsionsdivertikel des Schlundes. Anatomie, Statistik, Aetiologie. Leipzig 1902. Verlag von Georg Thieme. 8°. 135 S. Mk. 3,60.

erkrankt waren, solche Ausbuchtungen bestanden haben sollten. Wenn nämlich, wie schon von früheren Autoren¹⁾ angenommen wurde, die Muskulatur des Pharynx an dieser Stelle verhältnismässig schwach und infolge der häufig vorhandenen bedeutenden Verengung am unteren Ringknorpelrand ihrer Funktion nicht genügend angepasst sei, so müssten Ausbuchtungen an dieser Stelle häufiger sich ausbilden, als in so äusserst seltenen Fällen. Die Frage, die ich mir stellte, war also, ob derartige Ausbuchtungen in geringerem Grade nicht häufiger vorkämen, ohne Beschwerden zu verursachen, während erst die viel selteneren höheren Grade zu dem klinisch und anatomisch charakteristischen Krankheitsbild Anlass geben.

In den neueren Hand- und Lehrbüchern der Anatomie findet sich nirgends ein Hinweis auf solche Formvarietäten. Die Gestalt des Laryngopharynx wird entweder nicht näher oder aber als ein, abgesehen von der ventralen Seite, ziemlich regelmässiger Trichter beschrieben. Dagegen kann man nach den Angaben von Mehnert²⁾ und Laimer³⁾ über Form und Bau des obersten Oesophagusabschnittes vermuten, dass auch am Pharynxende grosse individuelle Verschiedenheiten vorkommen müssten. Die bisher beschriebenen Ausgänge der Speiseröhre geben auf diese Frage keine Antwort, da sie alle etwa am Ringknorpel enden.

Ich bemühte mich deshalb, Ausgänge vom Pharynx verschiedener Individuen, die keine Schlingbeschwerden im Leben gehabt hatten, zu beschaffen. Eine Erkrankung setzte diesen Versuchen nach einem Jahr ein Ende, und da ich z. Z. keine Aussicht habe, dieselben fortzusetzen, möchte ich meine Erfahrungen über die Technik und die kleine Reihe erhaltener Ausgänge als Beitrag zur Anatomie des Menschen an dieser Stelle mitteilen.

Meine ersten Versuche machte ich Ostern 1899 mit Erlaubnis und Förderung durch die Herren Prof. von Recklinghausen und Prof.

¹⁾ Friedrich A. Zenker: Die Divertikel der Speiseröhre. Anh. zum VII. Bd. 1. Abt. von v. Ziemssens Handb. der speziellen Pathologie, Leipzig 1877.

²⁾ E. Mehnert: Ueber die klin. Bedeutung der Oesophagus- und Aortenvariationen. Arch. f. klin. Chirurgie. 58. Bd. 1899. S. 183.

³⁾ Laimer: Wiener mediz. Jahrbücher 1888, insbes. S. 362 ff.

Schwalbe im anatomischen Institut zu Strassburg. An den betreffenden Leichen war im übrigen die Sektion nach Virchows Schema ausgeführt, aber der Oesophagus und die grossen Gefässe ebenso wie die Halsorgane möglichst unberührt gelassen. Es wurde nun die Trachea an ihrem untern Ende verstopft und um die Mitte oder den untern Teil des Oesophagus eine Fadenschlinge gelegt. Dann wurde in den Mund und obern Rachen ein gebogenes Metallrohr eingeführt und befestigt, das als Ansatz der Spritze diente und das von einem birnförmigen, nach Art eines Kolpeurynters aufblasbaren Sack aus weichem Gummi umgeben war: dieser sollte aufgeblasen den mittleren Rachen ausfüllen, sich an die Gaumenbögen anpressen und so gegen Mund und Nasenhöhle abschliessen. Die Injektion einer erwärmten Wachsmischung geschah an der liegenden Leiche, bei der der Kopf möglichst gerade gerichtet und in einer der aufrechten Haltung entsprechenden Lage unterstützt wurde. Sobald die Injektionsmasse die Fadenschlinge passiert hatte, so dass man annehmen konnte, dass sie im Rachen vorhandenen flüssigen Inhalt und Gase herausgetrieben habe, wurde diese Schlinge zugezogen und eine möglichst grosse Menge Injektionsmasse mit einer Handspritze eingepresst.

Die beschriebene Vorrichtung zum Abschluss von Mund- und Nasenhöhle bewährte sich aber schlecht: in den meisten Fällen gelang es nicht, wirklich unter Druck zu injizieren. Dazu kam, dass der untere Ringknorpel durch das Gewicht des Kehlkopfs vor dem völligen Erstarren der Injektionsmasse diese verdrängte und der hinteren Rachenwand auflag, so dass gerade an der wichtigsten Stelle die Abgüsse eine übertriebene Abplattung zeigten und immer zerbrachen.

Diese Erfahrungen veranlassten mich, als ich im Städtischen allgemeinen Krankenhaus zu Frankfurt a. M. die Versuche fortsetzte, nach mancherlei Misserfolgen folgendermaassen zu verfahren:

Die Leichen wurden nach halb vollzogener Obduktion mit Hilfe eines eigens angefertigten Gestelles in sitzende Lage gebracht und der Kopf in möglichst natürlicher Stellung leicht befestigt. Die Trachea wurde mit angefeuchteter Watte ausgestopft und mit kräftigen Klemmpinzetten verschlossen, der untere Oesophagus frei präpariert; ein dicker Gummischlauch mit Blechtrichter bis in die Angustiae faucium ge-

schoben, befestigt und der Unterkiefer durch ein Kinnband in natürlicher Lage festgehalten. Die Injektion geschah durch Eingiessen von Wood'schem Metall; sobald dieses in den Magen zu rinnen begann, wurde der Oesophagus abgeklemmt und nachgefüllt, bis die Masse zum Munde herauslief: das Gewicht des Metalls genügte, um brauchbare Abgüsse des unteren Pharynx zu erhalten.

Auch hier bestand die Schwierigkeit, dass der Kehlkopf bei der Leiche noch mehr als in der Ruhe im Leben nach unten und hinten gesunken der Wirbelsäule anliegt und der Speiseröhreneingang einen verschlossenen Spalt darstellt. Soweit als möglich suchte ich durch Vorziehen und Befestigen der Zunge den Kehlkopf zu heben und so die Stellung beim Schlucken nachzuahmen: doch gelingt dies damit nur unvollkommen, und darauf beruht es, dass der Sagittaldurchmesser auch dieser Abgüsse auffallend klein ist.

Trotzdem ich mich während eines Jahres um Material bemühte, verfüge ich doch nur über fünfzehn gelungene (fünf Wachs-, zehn Metall-) Abgüsse.¹⁾ Ein so kleines Material genügt nicht, um über die Häufigkeit der Variationen irgend etwas auszusagen, aber es zeigt doch schon, dass sehr verschiedene Typen vorkommen können. Auf einen Teil der Abgüsse passt die Schilderung der Trichterform in den Lehrbüchern: die seitlichen und hinteren Konturen des Uebergangs vom Pharynx zur Speiseröhre stellen gerade Linien dar oder sind sogar ein wenig nach innen konvex; bei anderen Abgüssen erfolgt die Verengerung plötzlich, so dass das untere Pharynxende beutelförmig mit nach aussen konvexen Konturen wird: häufiger verlaufen die Seiten-, seltener die Hinterwand so ausgebuchtet.

Im einzelnen ergaben sich folgende Befunde; sechs Abgüsse stammen von Männern: hier ist zweimal (Alter 35 und 55 Jahre) eine Ausbuchtung nach hinten deutlich, bei drei andern (38, 39, 63 Jahre) findet man Andeutungen, ein Wachsabguss (von einem 71 jährigen Mann) lässt gar nichts davon erkennen. Von fünf weiblichen Präparaten besitzt ein Wachsabguss (Alter 73 Jahre) eine Ausbuchtung nach hinten, die vier andern Abgüsse (Alter 27, 70, 78,

¹⁾ Vergl. den Nachtrag.

85 Jahre) zeigen keine Spur davon; ebenso haben drei Abgüsse, die von Kindern im ersten Monat stammen, ganz gerade Rücken- und

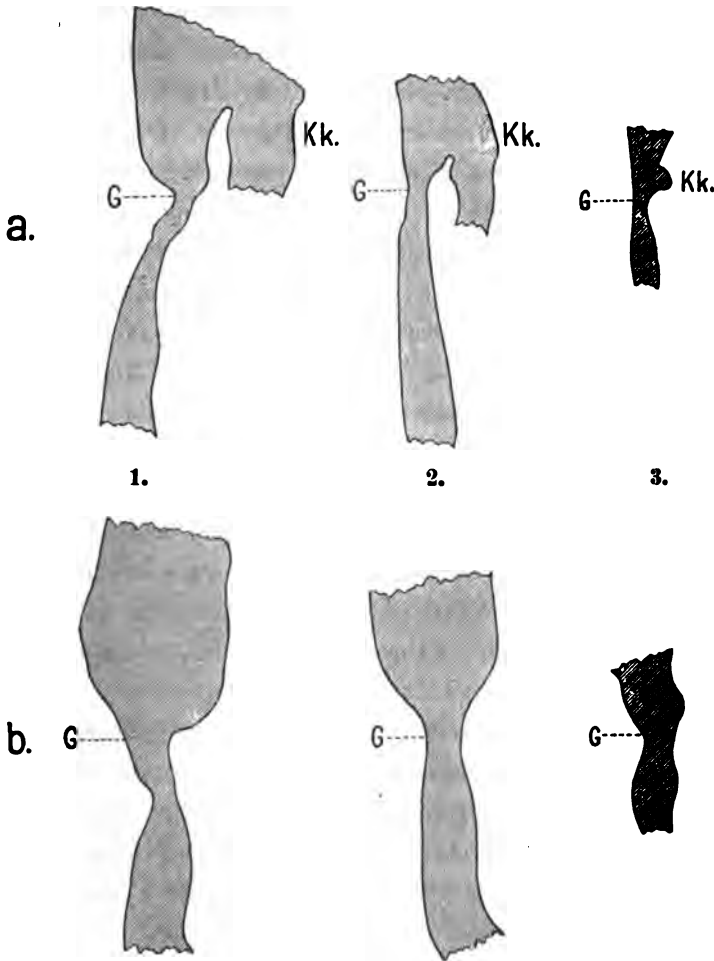


Fig. I. Schattenrisse von drei Pharynxausgüssen, a von der rechten Seite, b von hinten gesehen, nach photographischen Aufnahmen.

1. von einem 55jährigen Mann, 2. von einer 27jährigen Frau, 3. von einem dreiwöchentlichen Kind; *Kk* Ausguss des Kehlkopflumens, *G* Uebergang des Pharynx in den Oesophagus am unteren Ringknorpelrand.

(Der abgebildete Pharynx des Neugeborenen ist verhältnismässig sehr geräumig.)

Seitenkonturen, bei einem vierten ist eine kleine Ausbuchtung nach hinten unten am untersten Pharynxteil deutlich, aber hier scheint der Abguss des anscheinend sehr engen Speiseröhrenanfangs unvollständig

zu sein (die Fortsetzung zum Abguss des eigentlichen Oesophagus ist unterbrochen), so dass eine Täuschung nicht ausgeschlossen ist.

Von der Art der Ausbuchtungen werden die beifolgenden Abbildungen einen klaren Begriff geben: es sind nach Photographien durchgepauste Umrissbilder, einmal von der linken Seite, einmal von hinten gesehen, von denselben drei Metallabgüssen, von einem 55 jährigen Manne, einer 27 jährigen Frau und einem dreiwöchentlichen Kinde stammend; bei dem Manne bestand über einer längeren und deutlichen Enge am Speiseröhrenanfang die stärkste Ausbuchtung nach hinten, die ich beobachtet habe, und starke Ausbuchtungen nach den Seiten; dass diese ungleich sind, beruht vielleicht auf einer Drehung des Halses während der Injektion. Vielleicht ist diese Form des Schlundes schon als Abnormität zu bezeichnen: dies ändert aber nichts an den Schlussfolgerungen, da die zwei andern Ausgüsse mit deutlichen, aber geringeren Ausbuchtungen nach hinten denselben Typus darstellen. Der weibliche und der kindliche Abguss sind zum Vergleich mit abgebildet worden; sie zeigen einen ganz geraden hinteren Kontur, der weibliche aber von hinten gesehen recht plötzliche Einziehung der Seitenwände, während der kindliche wirkliche Trichterform besitzt.

Sehr auffallend ist bei dem abgebildeten männlichen Abguss die Krümmung der Oesophagusaxe nach vorn gerade an der engsten Stelle: es mag sein, dass sie auf einem Versuchsfehler, vielleicht dem Tiefstand des Kehlkopfs, beruht, aber dies lässt sich nicht entscheiden. Sie lässt die Vorwölbung des Rachengrundes nach hinten vielleicht stärker hervortreten, kann sie aber nicht vortäuschen. Auch sonst glaube ich nach der Gestalt der beobachteten Ausbuchtungen Täuschungen ausschliessen zu können. Ein Abdruck der Halswirbelkörper z. B. ist an einem weiblichen Abguss (mit ganz allmählichem Uebergang des Pharynx in den sehr weiten Oesophagus) deutlich erkennbar und ganz anders gestaltet: er stellt eine Einbuchtung mit wenig gekrümmtem, nach vorn konvexem Kontur dar.

Als Ergebnis dieser kleinen Versuchsreihe kann man feststellen, dass die Gestalt des unteren Pharynxendes variabel ist und neben der für normal gehaltenen Trichterform auch, vielleicht vorzugsweise bei

erwachsenen Männern, eine Gestaltung vorkommt, die man in ihren höheren Graden als Beutelform bezeichnen könnte.

Aus den vorstehenden Ergebnissen schloss ich bezüglich der Pathogenese der Pulsionsdivertikel des untern Pharynxendes, dass diese sich aus solchen leichten Ausbuchtungen, die nur mit Hülfe von Abgüssen erkannt werden können und nicht allzu selten zu sein scheinen, entwickeln können und dass man daher zu ihrer Erklärung weder angeborene Ausstülpungen noch Traumen, zwei Annahmen, die durch die klinischen Erfahrungen keineswegs gestützt werden, herbeizuziehen braucht.

Nachtrag.

Nach Abschluss der vorstehenden Mitteilung bin ich wieder in den Besitz von 8 recht gut gelungenen Wachsabgüssen gelangt, die ich in Strassburg und Frankfurt 1899—1900 angefertigt hatte und die mir infolge einer unter sehr widrigen Verhältnissen erfolgten Uebersiedelung abhanden gekommen waren.

Vorab sei bemerkt, dass keiner dieser Ausgüsse am unteren Rachenende eine stärkere Ausbuchtung nach hinten erkennen lässt: es stellt sich demnach das Vorkommen solcher Ausbuchtungen etwas seltener dar, als in den vorstehenden Ausführungen angenommen wurde.

Einige Wichtigkeit scheinen mir zwei dieser Abgüsse, von einem 32jährigen und einem 63jährigen Manne stammend, zu haben: sie sind gut gelungen und lassen Besonderheiten viel deutlicher erkennen als alle meine andern Abgüsse, und zugleich stellen sie unter einander sehr verschiedene Typen dar.

Zunächst nämlich sind an ihnen die Recessus piriformes gut ausgebildet und, bei Betrachtung von der Seite her, durch zwei verticale Furchen der Abgüsse, also seitliche Vorsprünge der Pharynxwand, von dem eigentlichen Schlundsack geschieden. Dadurch lassen sich am letzterem zwei seitliche Rinnen unterscheiden, die hinter und parallel zu den Recessus piriformes liegen und die bisher noch keinen Namen haben. Sie als eigene, beschreibenswerte Gebilde aufzufassen, dazu berechtigt

vor allem der Umstand, dass sie an diesen beiden Ausgüssen nach unten durch flache, aber deutliche Furchen, also durch Wülste der Pharynxrückwand, begrenzt sind: diese Furchen beginnen seitlich einige mm unterhalb des unteren Endes der Recess. piriformes, wenden sich nach oben hinten auf die Rückwand und ziehen auf dieser schief nach oben innen, so dass sie sich in der Mittellinie in einem spitzen Winkel vereinigen müssten, wenn sie nicht schon vorher verstrichen wären.

Besonders scharf ausgeprägt sind diese Furchen bei dem von dem 63jährigen Mann stammenden Abguss, bei dem sie auch weniger steil verlaufen, als bei dem andern. Etwa 30 mm unterhalb von ihnen findet sich hier eine deutliche Ringfurche am Abgusse, die, entsprechend wie bei der Mehrzahl meiner Abgüsse, die Grenze von Pharynx und Oesophagus bezeichnet.

Dadurch entsteht nun in diesem Fall eine Art Schaltstück zwischen Pharynx und Oesophagus, das, oben und unten deutlich begrenzt, eine Rückfläche ungefähr von der Gestalt eines 20 mm grossen Quadrates mit stark abgerundeten Ecken besitzt: da aber die Seitenteile stark gewölbt sind, so beträgt der Frontaldurchmesser dieses Abschnittes mehr als 30 mm, der Sagittaldurchmesser aber nur etwa 15 mm. Die Vorderfläche zeigt einen deutlichen Abdruck der Ringknorpelplatte, so dass es unzweifelhaft noch dem Pharynx zuzurechnen ist.

Auf der beistehenden Skizze (Fig. II, 5) ist dieses Schaltstück deutlich zu erkennen. Zugleich fallen dort aber auch die andern grossen Unterschiede zwischen den beiden Abgüssen 4 und 5 auf: die punktierte Linie, auf welche sie beide orientiert sind, bezeichnet nämlich das untere Ende der Recessus piriformes, die von hinten am Abguss 4 gar nicht, am Abguss 5 nur in ihrem obersten Abschnitt sichtbar sind. Man sieht nun sogleich, dass der Abstand der Pharynx-Oesophagusgrenzrinne von dieser Linie bei 5 viel grösser ist als bei 4, 28 zu 18 mm.

Der hintere Kontur von Pharynx und Oesophagus dieser beiden Abgüsse bildet, von der Seite betrachtet, annähernd eine Gerade, nur unterbrochen durch die ringförmigen Grenzeinschnürungen, die in beiden Fällen annähernd gleich ausgebildet sind. Die seitlichen Konturen aber sind, wie man sieht, ausserordentlich verschieden. Bei 5

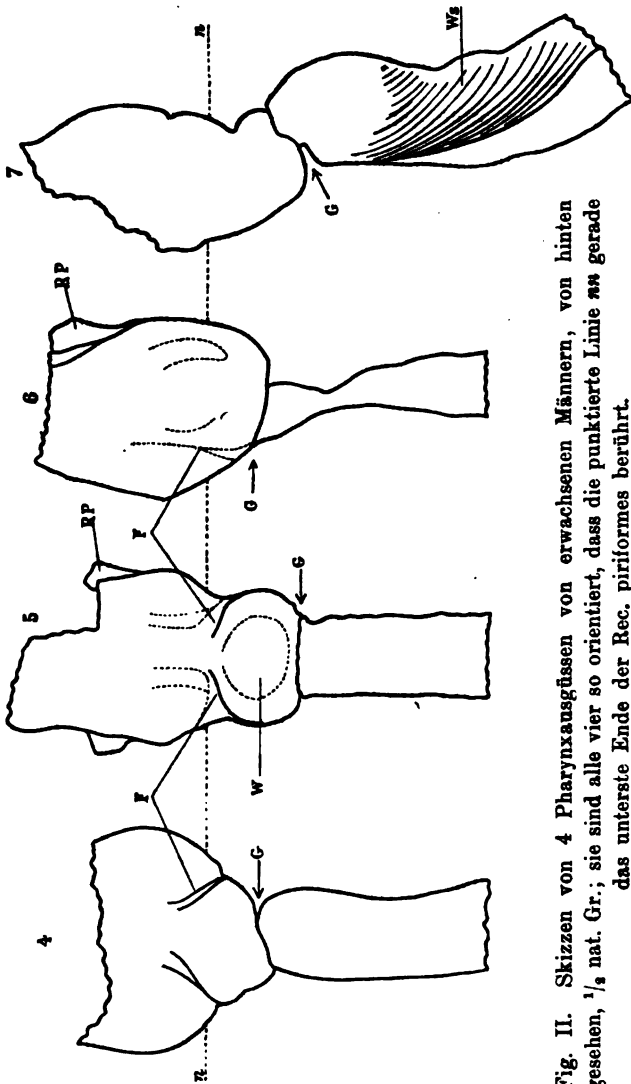


Fig. II. Skizzen von 4 Pharynxabgüssen von erwachsenen Männern, von hinten gesehen, $\frac{1}{2}$ nat. Gr.; sie sind alle vier so orientiert, dass die punktierte Linie \approx gerade das unterste Ende der Rec. piriformes berührt.

4. Wachsabguss von einem 82jährigen Mann, 5. Wachsabguss von einem 63jährigen Mann, 6. Metallabguss von einem 55jährigen Mann, 7. Wachsabguss von einem 71jährigen Mann (vgl. den Text).

RP Rec. piriform., F Furchen, der Endigung der M. palatopharyngei entsprechend, G Furchen, die die Pharynx-Oesophagusgrenze bezeichnen, W Abdruck eines Wirbelkörpers, Ws Abdruck der Wirbelsäule.

verlaufen sie ganz steil, mit nur geringen Ausbuchtungen, so dass man wirklich kaum von einer „Trichterform“ des Pharynx in diesem Falle sprechen kann, bei 4 dagegen verlaufen sie so schief, wie bei einem flachen Trichter: man sieht auch, dass hier besonders die hinter den Recessus piriformes liegenden zwei Rinnen stark nach der Seite ausgedehnt sind, so dass sie die Recessus piriformes ganz verdecken.

Ich glaube deshalb, dass man diese zwei Abgüsse als Typen zweier Grenzformen des menschlichen Laryngopharynx ansehen muss, die eine mit aussergewöhnlicher Entwicklung und Gliederung in der Longitudinalrichtung, die andere mit aussergewöhnlicher Entwicklung und Gliederung in der Frontalebene. Bei allen meinen andern Abgüssen finden sich weder ein so grosser Abstand der Oesophagusgrenzfurche von den Recessus piriformes oder eine derartige Breitenausdehnung des Pharynx, noch eine so ausgesprochene Gliederung durch Furchen an den Abgüssen, solche Furchen sind vielmehr sonst nur angedeutet.

Am besten sind bei den meisten männlichen und einigen weiblichen, gar nie bei den kindlichen Abgüssen die vertikalen Furchen der Seitenflächen zu erkennen, die die Recessus piriformes von den hinteren seitlichen Rinnen scheiden: sie entsprechen augenscheinlich den Rändern des Schildknorpels, die nur an einem gut ausgebildeten, geräumigen Pharynx in dessen Lumen vorspringen.

Weit schwieriger war es, sich Rechenschaft zu geben, welches Gebilde Anlass zu den auf der Fig. 2 mit *F'* bezeichneten Furchen gebe: dieselben sind, auch bei den männlichen Abgüssen, meist nur eben angedeutet als seichte Furchen, die den seitlichen Kontur leicht einkerben und dann in fast vertikaler Richtung nach oben verstreichen; nur bei dem unter 5 abgebildeten Pharynx stellen sie zunächst zwei 5 mm breite und fast ebenso tiefe Gruben dar, die aber nach der Mittellinie zu ganz verstreichen und in kaum erkennbare verticale Furchen übergehen. Herr Prof. Dr. A. Spuler hatte die Güte, mit mir einen männlichen Pharynx zu präparieren, und dabei fand sich, ganz an der entsprechenden Stelle, unmittelbar unter der Schleimhaut, die Endausbreitung des *M. palatopharyngeus*. Eine Beziehung zu den verschiedenen Portionen des *M. constrictor phar. inf.*, die ohne Lücke in einander übergehen, liess sich dagegen durchaus nicht darstellen. Es scheint also, dass bei gelungener Injection, bei der der Pharynx in jeder Richtung gedehnt wird, diese Muskelzüge und besonders ihre Endausbreitung etwas in das Lumen vorspringen; vermutlich besteht an sehr muskulösen männlichen Rachen eine Art bindegewebige Aponeurose, an der sich diese Fasern ansetzen, und solche Binde-

gewebstreifen haben wohl die besonders deutlichen Einfurchungen in den beiden abgebildeten Abgüssen bedingt.

Den Skizzen dieser beiden Grenztypen habe ich noch die Skizzen von 2 andern Abgüssen angefügt, die wohl schon als pathologisch zu betrachten sind. Der unter 6 abgebildete ist derselbe, der in Fig. 1 photographiert wurde: in Fig. 6 sieht man deutlicher, dass es sich hier um eine abnorme Enge des obersten Oesophagusabschnittes (15 bis 20 mm unterhalb der Pharynxoesophagusgrenze) und um eine Dilatation des untersten Pharynxabschnittes handelt: dies wird durch das Auseinanderdrängen der durch punktierte Linien angedeuteten, vermutlich vom Palatopharyngeus herrührenden Furchen deutlich. Der unter 7 abgebildete Wachsabguss zeigt eine unwahrscheinlich abenteuerliche Gestalt. Er wurde aus der Leiche eines 71jährigen Mannes erhalten, bei der während der Injektion am Hals noch gar nichts präpariert, das Manubrium sterni noch an Ort und Stelle war. Bei *G*, wo er zerbrochen ist, bezeichnete eine Schleimhautfalte die Grenze von Rachen und Speiseröhre. Die Krümmungen, die diese beiden zeigen, wiederholen in übertriebenem Maasse diejenigen einer S-förmigen Skoliose der Hals- und oberen Brustwirbelsäule, die sich hier fand: die schraffierte, mit *Ws* bezeichnete Partie ist ein Abdruck der Wirbelsäule.

Der hier abgebildete, beinahe vom Oesophagus seitlich abgeknickte Pharynx erscheint sehr disponiert zur Divertikelbildung; doch hatten im Leben keine Schlingbeschwerden bestanden. Vermutlich wurde beim Schlucken durch die Hebung des Kehlkopfes die sonst bestehende Krümmung im wesentlichen ausgeglichen.

Stelle ich mein ganzes Material zusammen, so verfüge ich über 23 (13 Wachs-, 10 Metall-)Abgüsse, nämlich 6 von Kindern, 7 von Weibern, 8 von Männern, 2 von Erwachsenen ohne weitere Angaben. Als mittlere und häufigste Form ist die der Fig. 2 zu betrachten, mit bald mehr, bald weniger deutlicher ringförmiger Verengung am unteren Ringknorpelrand. Die weiblichen und 3 der männlichen Abgüsse zeigen diese „Normalform“. Aber 5 der männlichen zeigen Abweichungen, nämlich die 4 abgebildeten und einer, der die Eigentümlichkeit von Fig. 1 und 6 in geringerem Maasse zeigt.

(Travail du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Lyon,
dirigé par M. le Professeur L. Testut.)

La circulation artérielle du testicule

par

Ch. Pellanda,

Préparateur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Lyon, Interne des Hôpitaux.

(Planche IX.)

La circulation artérielle du testicule est un des points les moins connus de l'Angéiologie. Les interventions chirurgicales, plus fréquentes dans ces dernières années, sur les éléments du cordon, ont fait étudier de plus près l'anatomie de cet organe, mais, en ce qui concerne les vaisseaux de la glande elle-même, plus spécialement en ce qui concerne les artères, la plupart des traités offrent des descriptions incomplètes ou inexactes. De rares publications françaises ou étrangères ont, dans ces dernières années, fourni quelques données nouvelles: c'est à les vérifier que nous avons, sur les conseils et sous la direction de M. le Professeur Testut, consacré nos recherches.

Les divers auteurs ont fourni, du point d'Angéiologie qui nous occupe, des descriptions assez variables. On en doit chercher la raison, sans doute, dans la variété des moyens d'étude employés. L'injection complète, la dissection méthodique sont ici de toute nécessité: l'une et l'autre sont difficiles à réaliser dans un organe tel que le testicule. Le petit nombre de préparations vraiment complètes sur un grand nombre de sujets injectés, l'interprétation inexacte de certains faits, la diversité des types qu'on rencontre, expliquent suffisamment, à notre avis, le caractère variable des diverses descriptions.

Nous avons employé une méthode; nous l'avons uniformément appliquée à un grand nombre de sujets. Avant d'en exposer les résultats,

nous résumerons, dans une première partie de notre travail, les descriptions anciennes, classiques, et celles qu'on a voulu récemment leur substituer.

I. — Historique.

On sait, depuis longtemps, que le testicule doit son irrigation à l'artère spermatique, *arteria testicularis* des anciens auteurs. Les plus anciens traités la mentionnent, mais ce n'est guère qu'à la fin du XVII^me siècle qu'on voit les anatomistes s'attarder sur cette question, et donner, de la vascularisation du testicule, une description et des figures un peu précises. Le problème de la transformation du sang en sperme au niveau des „*vasa seminalia*“ intriguait les médecins. On donnait, nous dit Dionis¹⁾, aux artères spermatiques le nom de *vaisseaux préparans* „parce que les anciens croyoient que la semence commençoit de s'y préparer, et pour cela, ils supposoient que les vaisseaux s'unissoient par des ouvertures sensibles, que l'on nomme anastomes, par le moyen desquelles ils disoient qu'il se faisoit un mélange du sang artériel avec le vénal . . .“, opinion que réfute du reste Dionis, car, après injection de deux masses de coloration différente dans l'artère et la veine, „je trouvois, dit il, la liqueur rouge dans toutes les branches des artères, et la verte dans toutes celles des veines, sans m'être jamais aperçu qu'il y en ait passé de l'une dans l'autre“. Ce souci de réfuter l'opinion contraire, celle de la libre circulation des gros troncs artériels aux gros troncs veineux se retrouve dans tous les traités de l'époque.

En 1678, dans l'œuvre de de Graaf²⁾ parait une description remarquablement précise et une série de gravures figurant l'artère spermatique au dessus et à la surface du testicule. Fait singulier: à notre connaissance, les figures du traité de de Graaf, mal copiées par quelques auteurs du XVIII^me siècle, Blanchard, Lieutaud, Cowper, ont été depuis définitivement ignorées. Elles constituent, en réalité, une reproduction très fidèle de pièces très convenablement injectées. L'auteur, dans le dessin comme dans le texte, a su distinguer, de façon

¹⁾ Dionis, Anatomie de l'homme. 1690. p. 245.

²⁾ Regneri de Graaf, Opera omnia. 1678. p. 15.

très précise, rameaux artériels et rameaux veineux. Il a noté le trajet contourné de l'artère autour du testicule: „Immitatur tubulus in arteriam, et, affixa syringa, propellatur liquor colore aliquo tinctus versus testiculum, et videbis admodum belle arteriarum progressum, qui, cum ad testium supremitatem, sive partem illam, ubi primo intrat, pervenerit, primo se intactis epididymidibus in interiori testiculorum tunica diffundit, et versum ejus fundum excurrit, ubi, dum reflectitur, in furculos pene infinitos luxuriat, qui, modo dextrorsum, modo sinistrorsum per testiculorum substantiam excurrunt.“ Ces lignes sont, on le voit, d'une singulière précision, et le trajet „*en fronde*“ signalé de nos jours par Jahrsch et Arrou se retrouve en essence dans le texte de de Graaf.

En 1697, dans *l'Anatomia reformata* de Blanchard¹⁾ paraît une description de l'A. spermatique, visiblement inspirée de celle de de Graaf. D'après Blanchard: „Ramus arteriæ testicularis qui superiori testiculi parte implantatur, et per ejus dorsum descendit versus testiculi partem inferiorum, cui annexus est globus minor epididymidis, atque rursus regreditur per testiculi ventrem, ubi in plures ramos dividitur.“ Et plus loin: „Arteria testicularis quæ ab inferiori testiculi parte per ejus ventrem ascendit.“

Lieutaud²⁾ reprend la description de Blanchard et de Dionis, et la complète. D'après lui, l'artère spermatique se divise „avant que d'arriver aux testicules en trois ou quatre branches; une desquelles se répand sur l'épididyme, les autres pénètrent la substance du testicule . . . après avoir fait quelques lignes de chemin sur son dos“.

Au commencement du XIX^{me} siècle, Bichat (1803), donne de l'A. spermatique une description singulièrement moins claire que celle de ses devanciers: „Les ramifications de l'artère spermatique destinées au testicule percent l'albuginée dans toute l'étendue du bord supérieur et traversent la substance intérieure . . . ces vaisseaux se croisent dans l'épaisseur de la substance intérieure du testicule, et vont se terminer sur les divers points de la surface interne de l'albuginée après avoir donné en tous sens des ramuscules déliés.“

¹⁾ Stephan. Blancardi, *Anatomia Reformata*. Lugd. Batav. 1695. p. 507.

²⁾ Lientaud, *Essais anatomiques*. 1766. p. 432.

Avec le traité de Bourgery et Jacob¹⁾ est enfin réalisée la description reproduite par les classiques actuels: „L'artère spermatique parvenue au testicule se divise en plusieurs rameaux, dont les uns se distribuent à l'épididyme et les autres au testicule lui-même. Ceux qui sont destinés au testicule traversent la tunique albuginée dans toute l'étendue de son bord supérieur, ou plutôt, dans la partie de ce bord que l'on désigne sous le nom de corps d'Highmore; là, ces rameaux se partagent en deux ordres: 1°, les uns rampent dans l'épaisseur de la tunique albuginée; beaucoup plus rapprochés de sa face interne que de sa surface externe, et émettent successivement un grand nombre de rameaux, plus ou moins déliés qui traversent la couche qui les recouvre et pénètrent dans l'épaisseur de la substance testiculaire; 2°, les autres traversent le corps d'Highmore et toute l'épaisseur de la substance albuginée, et pénètrent dans l'épaisseur de la substance testiculaire, en allant du bord supérieur vers son bord inférieur et en se divisant successivement en une multitude de petits rameaux qui s'anastomosent entre eux, et avec ceux qui rampent dans la tunique.“

Bourgery rapporte, au cours de sa description, une remarque assez obscure d'Ast. Cooper. Suivant ce dernier: „Les divisions de l'A. spermatique, après avoir traversé le corps d'Highmore, se continuent entre les deux lames de la tunique albuginée et se répandent sur la lame interne, vers le bord inférieur du testicule; là, elles forment une anastomose par arcade d'où partent des ramifications qui vont en haut se perdre dans les portions de membrane qui recouvrent les lobes de la substance testiculaire. Quand elles ont atteint les deux tiers du trajet vers le mediastin, elles se divisent en deux branches qui se retournent de chaque côté, vers le bord inférieur, et répandent dans la membrane un grand nombre de ramifications.“

Parmi les branches de division de l'artère spermatique, Bourgery a remarqué un rameau plus volumineux qui „se dirige d'arrière en avant le long du bord supérieur du testicule. Il marche cependant à une certaine distance de ce bord et dans la direction du grand diamètre“. Il paraît désigner ainsi, nous le verrons plus loin, l'une des

¹⁾ Bourgery et Jacob, Traité complet de l'anatomie de l'homme. 1839.

branches de division de l'artère spermatique, ou ce tronc lui-même, encore indivis.

A Bourger y s'arrêtent les acquisitions de l'anatomie ancienne; la description classique est constituée, et les traités décrivent désormais une artère spermatique divisée à la hauteur du corps d'Highmore en rameaux dont les *uns traversent directement le corps d'Highmore*, les *autres rampent quelque temps dans l'albuginée* avant de s'épanouir en artérioles de plus en plus fines dans l'intimité du parenchyme. C'est la description qu'adoptent Theile (1841), Luschka (1864), tandis qu'Henle, Hyrtl, Krause, Weber, Sappey, ne poussent pas l'étude de l'artère spermatique au delà du corps d'Highmore, et ne fournissent aucun détail sur la distribution terminale des vaisseaux au sein même de la glande. C'est la description qu'on trouve dans la plupart des classiques actuels.

Le premier travail d'ensemble de la période contemporaine est celui de Jahrisch.¹⁾ Dans ce travail, dont les conclusions nous paraissent devoir être acceptées dans leur presque totalité, l'auteur insiste sur cette disposition *en fronde* de l'artère spermatique signalée il y a deux siècles par de Graaf; il donne divers types de la ramescence de ce vaisseau, et montre que ce caractère essentiel de l'artère spermatique, à savoir sa récurrence terminale autour de la glande, se retrouve plus ou moins modifié, mais constant chez un grand nombre d'animaux.

Jahrisch ne s'étend pas sur la disposition des vaisseaux entre les lobules glandulaires; c'est, en revanche, le point le mieux étudié de la thèse d'Arrou.²⁾ Dans cet excellent travail d'anatomie comparée, l'auteur insiste sur une disposition commune d'après lui à toutes les artérioles terminales du testicule; chacune d'elles, issue d'une branche de division primaire de l'artère spermatique, se dirige, en un trajet récurrent vers le corps d'Highmore, sans émettre un seul rameau, et là, s'épanouit en branches terminales qui, suivant une direction rétrograde, se dirigent vers le bord libre du testicule en se capillarisant. Tel est le

¹⁾ Jahrisch, Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins. Innsbruck. 1889.

²⁾ Arrou, Thèse de Paris. 1890.

point essentiel de la description d'Arrou: nous aurons l'occasion d'y revenir au cours de ce travail.

II. — Méthode d'étude.

Nos recherches personnelles ont porté sur un nombre de sujets relativement élevé. Nous avons injecté et disséqué avec un manuel opératoire déterminé plus de 70 testicules humains. C'est un chiffre suffisamment élevé pour permettre des conclusions légitimes. Nous exposerons ce manuel opératoire et ces conclusions.

Les artères du testicule présentent, en raison même de l'organe qu'elles irriguent, une série de caractères propres. Elles sont fort nombreuses, très flexueuses, richement ramifiées: leur dissection doit être a priori minutieuse pour être exacte. Elles s'étalent au sein d'un tissu de consistance molle, incapable de leur donner cette résistance d'emprunt si remarquable dans les artères des muscles: leur rupture est facile et leur injection doit être prudente. Elles répondent enfin dans leur ensemble à l'épanouissement terminal d'un seul vaisseau: on ne peut donc espérer, au cas où l'injection principale échoue, la compléter à l'aide d'injections partielles. Enfin, le testicule étant exactement enserré dans une coque inextensible, l'albuginée, les ruptures vasculaires seront faciles.

Ces données générales étant connues, comment et avec quelles substances doit — on injecter le testicule; comment doit — on le disséquer?

1°. Choix de la masse à injection.

Arrou insiste longuement et à juste titre sur la valeur respective des diverses masses qu'il a essayées: suif, blanc de baleine, gélatine, térébenthine et cire, cire à l'alcool, plâtre, etc. Nous avons nous même essayé un très grand nombre de substances, les unes destinées à être injectées chaudes, les autres froides. Nous avons rejeté successivement un grand nombre de matières à injection, qui, excellentes pour d'autres organes, ne nous ont donné pour le testicule, que des résultats incomplets, et nous avons adopté d'une façon générale l'huile de palme et l'huile de coco.¹⁾ Chacune de ces substances a été colorée au préalable en rouge foncé, à l'orcanette, soit par addition de teinture

¹⁾ Cf. Bulletin Société Anatomique. Paris, Mars 1900.

éthérée, soit par addition de racines concassées et ébullition prolongée. L'intensité de la coloration à laquelle on peut atteindre est considérable: il vaut mieux, pour la facile observation, donner à la masse à injection une teinte très foncée, presque noire, parfaitement visible sur le fond jaunâtre du testicule. L'orcanette doit être préférée à la liste si riche des dérivés de l'aniline (anisoline, bleu VS), en raison de sa solubilité parfaite et exclusive dans les matières grasses, et de son absence totale de diffusion. Huile de palme et de coco, après qu'elles ont acquis leur coloration définitive, sont filtrées soigneusement, et mêlées en des proportions variables suivant le degré de consistance du testicule à injecter. Un quart d'huile de coco pour trois quarts d'huile de palme, fournissent dans la généralité des cas une excellente masse à injection. S'il s'agit de testicules frais, pris à l'autopsie, on exagère la quantité d'huile de palme. Si le sujet a été soumis à une injection conservatrice (au formol, par exemple, dans les salles de dissection lyonnaises) la glande a acquis une consistance plus élevée; les vaisseaux se sont durcis et rétractés, la pénétrabilité est moindre et l'huile de coco doit prédominer dans le mélange. Une semblable masse pénètre admirablement bien, et laisse aux vaisseaux distendus une souplesse indispensable pour leur recherche minutieuse entre les lobes glandulaires. Elle répond à tous les desiderata possible, puisque elle traverse aisément les capillaires, et si l'on n'y prend garde, peut remplir après le système artériel tout le système veineux du testicule. Elle est d'un maniement facile et d'un faible prix de revient. A une masse ainsi constituée, on peut ajouter, pour lui donner plus de consistance, une série de produits: cire, suif, etc. On peut la rendre moins pénétrante, si l'on veut examiner seulement les rapports extra-glandulaires de l'artère, en l'additionnant de couleurs pulvérulentes: noir de fumée, vermillon, outremer, etc., les colorations bleu foncé et noir présentant, bien entendu, le maximum d'avantages. La masse doit être injectée chaude; la fusion au bain-marie est tout à fait convenable.

2°. Pratique de l'injection.

Nous avons renoncé de bonne heure à injecter le testicule en place. Sur le cadavre, la coudure du cordon sur le pubis aplattit

l'artère et l'injection passe mal; on vide mal les veines. Mieux vaut faire flotter dans l'eau chaude le testicule et le cordon isolé dans toute sa longueur. L'artère spermatique se distribuant presque exclusivement au testicule, on ne peut prévoir que des pertes inappréciables. Dans le testicule chauffé la pénétrabilité de l'injection est encore plus grande. Toutes raisons qui autorisent a priori un manuel opératoire ultérieurement justifié par l'expérience.

On enlèvera donc l'artère spermatique dans toute sa longueur. Pour cela, une incision médiane ouvre l'abdomen; on récline, à droite le cœcum, à gauche le colon, et, sous le péritoine apparaît le groupe de l'artère et de la veine spermatique, dessinant une trainée bleuâtre à direction caractéristique: „Il faut, dit Lientand, se bien assurer des artères spermatiques, qui sont très petites, et qu'on pourroit détruire sans y penser. On les découvre en étendant le cordon des vaisseaux spermatiques et en le soulevant: ces petits vaisseaux sont marqués par une ligne saillante qui se termine à l'aorte; on ne scauroit alors les manquer, et on les suit facilement.“ On découvre le paquet vasculaire aussi haut que possible, c'est à dire, un peu au dessous du pédicule du rein. On circonscrit par une double incision parallèle à la direction de ces vaisseaux, le segment de péritoine qui les recouvre; on en sectionne l'extrémité supérieure, et, de haut en bas, on dégage. On isole ainsi une bandelette péritonéale qui supporte artère et veine spermatiques. Au niveau de l'orifice interne du canal inguinal, le canal déférent vient se joindre au paquet vasculaire pour constituer le cordon; on sectionne le canal déférent et l'artère déférentielle qui l'accompagne. Puis, passant au second temps de l'opération, on incise verticalement le scrotum de sa racine à sa partie la plus déclive, en mettant à nu très prudemment l'orifice externe du canal inguinal. On isole, en clivant à la main, le testicule recouvert de ses enveloppes celluleuses, de la peau qui le recouvre. On poursuit ce clivage de bas en haut, le long du cordon qu'on libère des adhérences qu'il contracte avec les parois du canal, et, ce travail d'isolement terminé, une incision circulaire découpe une collerette de péritoine au niveau de l'orifice interne. Il ne reste plus qu'à exercer sur le testicule complètement libéré une traction de haut en bas, qui fait traverser le canal au

segment abdominal de l'artère. On possède ainsi, sans grand délabrement la presque totalité de l'artère spermatique: les veines et le testicule lui-même sont intacts.

L'ensemble est étalé sur une planchette de liège et fixé par des épingles. Il s'agit alors d'introduire dans l'extrémité sectionnée de l'artère spermatique une fine canule. L'artère et la veine sont allongées parallèlement: à simple vue, l'artère se reconnaît à son diamètre plus petit ($\frac{1}{2}$ mm à 2 mm) à sa coloration plus claire, à l'épaisseur plus grande de sa paroi, à son calibre régulier; la veine étant plus volumineuse, violacée, pleine de sang, et surtout divisée en branches d'origine. On isole l'artère jusqu'au point où le cordon commence; à ce niveau on fixe sur elle une fine canule, celles de Robin répondant parfaitement à cet usage. Bien que le calibre de l'artère spermatique soit souvent très réduit, on peut toujours, en s'aidant des précautions précédentes, fixer solidement sur elle une canule de calibre suffisant. On lie la déférentielle sur le canal déférent, pour éviter les pertes par récurrence. Quelques gouttes d'essence de térébinthine sont injectées dans l'artère; puis on plonge la pièce dans l'eau chaude (40° environ), pendant quelques minutes. Une seringue, rigoureusement propre est remplie du mélange à injecter; on pousse lentement: Une résistance spéciale apprend que l'injection est parvenue aux capillaires: pousser davantage, sauf le cas où l'injection doit sa couleur à une substance pulvérulente, serait s'exposer à franchir les capillaires. La pièce est immergée dans l'eau froide, et la dissection peut en être entreprise une ou deux heures après.

Il nous a toujours paru avantageux, d'immerger la pièce dans une solution de formol à 2 ou 3^o/_o: La conservation de la pièce est ainsi assurée, et de plus, les vaisseaux se laisseront mieux isoler dans le cordon et le glande elle-même. Autant il est délicat d'isoler dans un testicule frais, les divers lobes, autant ce travail devient facile, sur un testicule qui a subi l'action un peu prolongée d'une solution faible de formol.

3°. Dissection.

La dissection doit être méthodique: dans un premier temps on examine le trajet de l'artère en dehors de la glande; dans un deuxième

temps, on suit l'artère à la surface du testicule; enfin on dissèque le parenchyme lui-même, et c'est à l'aide de la loupe, des pinces, des ciseaux fins, mais surtout des aiguilles qu'on doit isoler les artérioles d'entre les canalicules seminifères.

Pour la première partie de ce travail, on incise longitudinalement les enveloppes du cordon, on les récline latéralement, et on dissèque aux ciseaux: les veines après séjour de la pièce dans le formol se sont plus ou moins vidées de leur contenu: elles sont décolorées, et l'artère tranche par sa couleur. La dissection, facile à la partie la plus élevée du cordon, se complique à mesure que se multiplient les pelotons veineux: au voisinage du testicule l'artère est enveloppée d'une véritable gaine veineuse qu'il faut sacrifier pour bien voir.

Quant à l'étude de l'artère au sein même de la glande, elle nécessite l'incision de l'albuginée. La vaginale ouverte, une incision cruciale de la membrane fibreuse permet d'énucléer la glande. Le tronc même ou la partie initiale des grosses branches de division de l'artère spermatique restent inclus dans l'albuginée; les branches de division sont sectionnées à leur point d'émergence; la glande garde à sa surface les branches de division secondaire, et dans sa profondeur les ramifications terminales. La dissection méthodique du parenchyme, et l'examen minutieux des branches restées dans l'épaisseur de l'albuginée fournissent des données aussi complètes que possible sur le mode de terminaison de l'artère examinée. Nous n'insisterons pas sur des points de détail que la pratique fait mieux connaître, sur les insuccès auxquels on se heurte pour avoir négligé un de ces points: l'injection des artères du testicule, comme celle de tous les organes à parenchyme friable est riche en déconvenues.

III. — Résultats obtenus.

La circulation du testicule est assurée par deux artères: l'une, très importante, l'*artère spermatique*; l'autre, de moindre calibre, l'*artère déférentielle*. Elles s'anastomosent largement. Les faits d'ordre clinique le démontrent: après resection du canal déférent, la vitalité du testicule n'est pas compromise. Après ligature de l'artère spermatique, on a vu, suivant les cas, l'atrophie du testicule se pro-

duire ou faire défaut.¹⁾ La suppléance que peuvent exercer réciproquement ces deux vaisseaux, paraît suivant les cas s'exercer d'une façon complète ou n'exister pas. La dissection confirme ces données, et si le plus souvent (90 fois sur 100) l'injection poussée par la spermatique remplit par voie rétrograde la déférentielle, parfois cette dernière artère ne reçoit rien de l'injection. La loi de suppléance s'exerce du reste assez, pour qu'il y ait entre les diamètres des deux vaisseaux un balancement marqué: à une petite spermatique répond une déférentielle volumineuse.

L'artère spermatique et la déférentielle abandonnent aux éléments du cordon de fins ramuscules dont Arrou a bien vu la distribution. Nous entreprendrons l'étude de ces vaisseaux au point où ils commencent à émettre des rameaux destinés à la glande, et nous la poursuivrons jusqu'aux capillaires.

A. Artère spermatique.

1°. Son trajet dans le cordon.

L'artère spermatique, née de l'aorte, après un trajet sous-péritonéal assez long, pénètre dans le canal inguinal, le parcourt dans toute sa longueur, pour déboucher avec les éléments du cordon au niveau de l'orifice inguinal externe. Dans son trajet intra-abdominal, elle accompagne la veine spermatique généralement unique à ce niveau. Elle abandonne aux organes voisins (masse graisseuse pararénale, urètre, péritoine) une série de rameaux plus spécialement étudiés par Jahrisch et Arrou. Dans le canal inguinal, elle s'entoure d'un paquet veineux, situé constamment en avant du canal déférent. Le contact entre l'artère et les veines voisines est absolument immédiat. L'isolement de l'artère devient de plus en plus délicat, et au voisinage du testicule, le *plexus pampiniforme*, formé par la confluence et l'intrication de multiples veinules, constitue à l'artère une sorte de *gaine veineuse*, dans laquelle on isole avec quelque peine le vaisseau injecté. Rien de bien intéressant dans tout ce segment de l'artère, peu de branches collatérales. De l'orifice interne du canal inguinal à son

¹⁾ J. of Anatomy 1896. Griffiths, Effets upon the testes of the ligature of the spermatic artery.

entrée dans le testicule, l'artère distribue seulement de très fins rameaux, d'une injection difficile, aux éléments conjonctifs et à la gaine fibreuse du cordon. Distendus par un liquide coloré non diffusible, on les voit bien, après étalement des membranes sur une plaque de liège. Le nombre de ces branches est toujours très restreint; *l'artère spermatique est avant tout l'artère du testicule.*

A une distance variable au dessus du testicule, l'artère spermatique abandonne un vaisseau généralement très volumineux et signalé par tous les auteurs: „Elle se divise avant que d'arriver au testicule en trois ou quatre branches; une desquelles se répand sur la tête de l'épididyme“ (Dionis). Bourgery, Sappey, et les classiques contemporains signalent la division plus ou moins prématurée de ce rameau en deux ou trois branches. Voici la description de Bourgery: „Les artères de l'épididyme lui sont fournies par l'artère spermatique; l'une se dirige vers sa tête, une autre vers son corps, et une troisième vers la queue et les premières circonvolutions du canal déférent.“ Jahrisch et nous-même avons vu sur toutes nos préparations, une artère ou un groupe d'artérioles (2 ou 3) naître de la spermatique à 1, 2, 3 ou même 4 cm au dessus du testicule, et se diriger vers la tête de l'épididyme, s'écartant à angle très aigu par conséquent du tronc même de l'artère. Plus généralement, ce groupe se réduit à un vaisseau qui pénètre directement la substance épидидymaire, s'y divise par voie dichotomique ou par voie collatérale en un très grand nombre de rameaux. Le plus souvent, d'après Jahrisch, plus rarement si nous en croyons nos propres recherches, un rameau qui semble la continuation même de l'artère de la tête de l'épididyme, traverse l'albuginée, pénètre la substance même du testicule ou rampe sous la coque fibreuse pour aller s'unir à la terminaison profonde ou superficielle du tronc de l'artère spermatique. Cette anastomose, nous le verrons plus loin, n'est du reste pas constante.

Un autre rameau, d'un intérêt égal, naît quelquefois de l'artère de la tête de l'épididyme par simple bifurcation. Plus volumineuse que la précédente, cette branche court le long du bord postérieur de l'épididyme, ou parfois à sa face interne. Elle va s'anastomoser avec la déférentielle, après avoir fourni à l'épididyme lui-même un nombre

de rameaux variable (5 ou 6), régulièrement étagés sur certains sujets, flexueux et contournés dans d'autres cas. De l'existence de ce rameau résulte la formation d'une arcade artérielle parallèle à l'épididyme, *l'arcade artérielle de l'épididyme*. Généralement unique, elle peut être double; jamais nous ne l'avons vue adresser directement des branches au testicule. Les rameaux qui en naissent sont fort courts, généralement égaux en volume; ils rampent sous l'enveloppe fibreuse de l'épididyme, singulièrement contournés sur eux-mêmes, et rappelant beaucoup plus que les artères du testicule elles-mêmes, les flexuosités caractéristiques de la spermatique du bélier. Leur terminaison en capillaires n'offre rien de particulier.

L'artère arcade artérielle de l'épididyme n'est pas un simple rameau destiné à l'irrigation de ce dernier organe: elle constitue avant tout la mise en communication des artères déférentielle et spermatique: dans un cas, nous l'avons vue se détacher très haut de la spermatique dans le cordon, pour aller s'unir à la déférentielle sans avoir donné un seul rameau à l'épididyme.

L'artère spermatique, peu après avoir émis les rameaux sur lesquels on vient d'insister, arrive au testicule. Entourée de sa gaine veineuse, elle constitue encore un des éléments du cordon: à la hauteur du corps d'Highmore, ces éléments se séparent, le cordon n'existe plus: artère et veines suivront désormais des trajets différents; voyons le détail de cette dissociation.

La surface du corps d'Highmore tout entière, lorsqu'on la considère par le bord postérieur du testicule après section au ras de l'organe de tous les vaisseaux qui y pénètrent, apparaît spongieuse, criblée d'orifices vasculaires, et l'examen très attentif d'une préparation bien injectée, montre qu'il s'agit là exclusivement d'orifices veineux; l'artère jusque là noyée dans le cordon, occupe à ce moment, sa partie la plus postérieure; elle arrive très obliquement au contact du bord postérieur du testicule; elle est à ce niveau très flexueuse, plus flexueuse que dans un aucun autre point de sa course, reliquat souvent très net de la disposition commune chez l'animal; sa gaine conjonctive périvasculaire, de plus en plus nette, de plus en plus résistante à mesure qu'on se rapproche de la glande, tend à se confondre avec l'albuginée; pro-

gressivement, l'artère pénètre la coque fibreuse: nous arrivons à la seconde partie de notre étude, le *trajet intra-albuginéen de l'artère*.

2°. Son trajet dans l'albuginée.

L'artère spermatique a été généralement bien étudiée par la plupart des anatomistes jusqu'au point où elle aborde d'une façon définitive le testicule. Tous ont étudié d'une façon à peu près complète son trajet intra-funiculaire. Les divergences dans la description commencent au point d'entrée dans la glande. C'est qu'à ce niveau l'examen direct est plus délicat, la variabilité des dispositions plus grande. Après de Graaf qui paraît avoir très bien vu le trajet ascendant de l'artère au niveau du bord antérieur du testicule, après Lientand pour qui „la spermatique fait quelques lignes de chemin en rampant sur le dos du testicule“, puis se divise en trois ou quatre branches qui „pénètrent la substance du testicule“ se fait jour, avec Bichat, la théorie classique. Bourguery complète cette description, et, autorisée par Cruveilhier, Theile, Sappey, la *division erronée des branches de la spermatique, en branches intra-glandulaires et intra-albuginéennes devient classique*.

Arrou se demande à juste titre comment, vérifié à plusieurs reprises, un point d'anatomie aussi restreint, a donné lieu à une même erreur d'interprétation. Il incrimine la méthode d'examen sur coupes transversales. Sur de telles coupes en effet, il est habituel de voir nombre de branches artérielles, les unes dans l'albuginée, les autres entre les lobes glandulaires, mais la dissection seule permet de reconnaître les tenants et aboutissants de chaque tronc vasculaire. Une autre cause d'erreur est la présence au sein du parenchyme, dans quelques cas exceptionnels, d'une volumineuse branche de la spermatique, parfois de la spermatique elle-même, allant du corps d'Highmore qu'elle perfore d'arrière en avant, au bord antérieur du testicule.

Pour Arrou: „La spermatique pénètre l'albuginée sur le bord postéro-supérieur du testicule, et chemine dans la membrane fibreuse en décrivant une anse qui embrasse l'organe en presque totalité.

„En arrivant à l'extrémité postérieure de la glande, elle commence à donner des branches flexueuses qui montent les unes sur la face

interne, les autres sur la face externe, parallèles entre elles, et assez courtes pour ne pas dépasser en hauteur la partie moyenne des faces. L'artère, continuant sa route, mais considérablement réduite, vient enfin se terminer dans tous les éléments de l'extrémité antérieure du testicule (albuginée, tête de l'épididyme, tiers antérieur du canal épидidymaire).

„Quant à l'existence des branches profondes traversant directement le corps d'Highmore pour se rendre aux lobes adjoints, je suis obligé de la nier formellement, car jamais on ne peut en disséquer. Ce qu'on voit, c'est le résultat des coupes, lesquelles rencontrent au centre de l'organe les rameaux terminaux des artérioles périphériques.“

Jahrisch a présenté l'examen approfondi de quatorze testicules. A part l'insuffisante distension des artères qui leur donne un aspect grêle qu'elles n'ont point, tout paraît avoir été bien isolé, bien vu dans ses préparations. Le seul reproche qu'on puisse adresser à ce travail, c'est le nombre insuffisant des sujets examinés. L'auteur ne peut assigner une plus grande fréquence à l'un des types qu'il décrit. L'examen d'un nombre de préparations bien supérieur nous amène à la description suivante.

La pénétration de l'artère dans l'albuginée se fait, nous l'avons vu, de façon progressive. Entièrement extérieure à la coque fibreuse, l'artère, au niveau du point où le canal déférent s'accolle au testicule, pénètre d'une façon définitive dans l'albuginée; cette pénétration est progressive, elle se fait à peu près de la même façon que celle de l'uretère dans la vessie. L'artère occupe donc successivement les couches externe, moyenne, interne de l'albuginée. Plus exactement, l'artère franchit assez rapidement (en un trajet de 10 à 12 millimètres les couches superficielle et moyenne pour venir se loger sous la couche la plus interne. Jusque là elle n'était pas visible après énucléation de la glande; à partir de ce point elle le devient, et à l'intérieur d'une coque fibreuse évidée, on peut voir sans autre préparation l'artère colorée par la masse à injection. Un détail qui nous a paru constant est le suivant: le point où l'artère n'est plus séparée du testicule que par une très mince couche fibreuse est marqué par une sorte d'*érraillure*, de *boutonnière* parfaitement formée, transversale, avec une lèvre supé-

rieure en relief et une lèvre inférieure flanc; la lèvre supérieure est soulevée, la lèvre inférieure déprimée par l'artère. Au cas, où comme nous le verrons plus loin, la bifurcation de l'artère spermatique s'est faite dans les couches les plus superficielles de l'albuginée, chacune des deux branches franchit l'albuginée au niveau d'une semblable boutonnière; la branche interne, la plus importante, présentant toujours la boutonnière la mieux formée.

L'artère spermatique (ou ses deux branches de bifurcation) et ses branches de division, sont donc séparées du parenchyme lui-même par une très mince lame fibreuse. Cette lame est fort résistante. Elle diminue d'épaisseur au fur et à mesure qu'on se rapproche des extrémités terminales. De plus elle se continue sur les branches intratesticulaires par des prolongements assez résistants pour être entraînés avec l'albuginée lorsqu'on pratique l'énucléation de la glande.

Quant au *mode de ramescence* de l'artère elle-même, on peut, à l'exemple d'Jahrisch, le ramener à plusieurs types. La classification de cet auteur nous paraît du reste inexacte, et voici celle que nous croyons devoir lui substituer: par ordre de fréquence, c'est d'abord la *division de l'artère en deux branches*, l'une *interne*, l'autre *externe*; puis, la *division de l'artère en trois*, quatre ou même cinq rameaux; enfin un type dans lequel *l'artère sans se diviser* poursuit sa route le long du bord antérieur jusqu'au pôle supérieur de l'organe. Nous signalerons enfin en terminant quelques dispositions absolument *anormales*.

a) *Premier type: division en deux branches.* — La division de l'artère spermatique en *deux branches* destinées l'une à la *face interne* l'autre à la *face externe* du testicule, nous paraît le type de beaucoup le plus fréquent: 70 pour 100 des cas environ. Ce type est du reste variable suivant la hauteur du point de bifurcation, l'importance respective des deux vaisseaux. Habituellement la division du tronc principal en ses deux branches se fait au point où l'artère pénètre la coque fibreuse. Parfois elle se fait plus bas, près du pôle inférieur. Dans les deux cas, chacun des deux vaisseaux parvient sous la couche la plus interne de l'albuginée en traversant une boutonnière analogue à celle que nous avons signalée.

Des deux rameaux, l'interne est toujours *le plus volumineux*; les cas où la branche externe est fort grêle peuvent même ramener ce type au type de l'artère spermatique non divisée: la branche interne pourrait donc, à l'occasion, être à la rigueur considérée comme le tronc lui-même de l'artère spermatique.

Autre différence: la *branche interne* occupe constamment un *niveau un peu supérieur* à celui de la *branche externe*. Alors que la *branche externe* contourne le testicule assez près du pôle inférieur, le point le plus déclive de la *branche externe* répond généralement à l'union du tiers inférieur aux deux tiers supérieurs.

La *branche interne* est de même plus *antérieure* que la *branche externe*: elle reste plus volontiers dans le plan antéro-postérieur du testicule, la *branche externe* croisant avec une obliquité parfois très marquée la face externe de l'organe.

A suivre la *branche interne*, on la voit donc sur la moyenne des sujets, après avoir décrit son *anse*, assez près du pôle inférieur, remonter à peu près parallèlement au bord antérieur, très flexueuse, dépasser la ligne médiane, et venir se terminer près du pôle supérieur en un rameau qui, nous le verrons, va dans un assez grand nombre de cas s'anastomoser aux artères de l'épididyme. Sur tout ce trajet, l'artère est flexueuse: beaucoup moins cependant que l'artère homonyme de l'animal. Elle abandonne à droite et à gauche, un nombre de branches variable, six à huit en moyenne. Ces branches sont toujours plus nombreuses du côté de la face interne; elles remontent, elles aussi, flexueuses et inégales dans la direction du corps d'Highmore, plongeant du reste dans l'épaisseur du parenchyme sans l'avoir atteint. Ces branches sont tortueuses: elles se bifurquent et ne s'anastomosent jamais entre elles.

La *branche externe* présente un trajet calqué sur celui de la précédente; même trajet récurrent autour du pôle inférieur; même allure flexueuse; mêmes branches irriguant la face externe; le nombre des rameaux fournis est du reste ici moins élevé; leur ordonnance est moins régulière.

b) Deuxième type: division en trois, quatre ou cinq branches.
Ici l'artère arrive à la glande divisée en plusieurs rameaux: trois,

quatre, cinq ou même six. Ces rameaux enserrrent la glande sans grande régularité. Leur trajet est peu flexueux; aucun d'eux n'atteint la longueur des deux branches de division vues précédemment. Les uns sont *courts*, les autres *longs*: l'irrégularité est ici la règle. C'est le type que Jahrisch paraît avoir rencontré avec le plus de fréquence. Ces rameaux naissent de l'artère en dehors de l'albuginée soit en un même point, soit à des niveaux différents. Jahrisch leur prête une ordonnance régulière que nous n'avons jamais trouvée. Une disposition qui nous paraît cependant assez habituelle est la suivante: très fréquemment, on voit un des rameaux s'engager pour contourner les faces latérales de l'organe non pas dans l'albuginée, mais dans le corps d'Highmore lui-même, déboucher en pleine glande, puis aller rejoindre l'albuginée, y poursuivre son trajet après avoir effectué une partie de sa route en plein parenchyme, sans émettre un seul rameau: malgré les apparences, l'artère a respecté la règle générale: *les artères du testicule ne pénètrent jamais le testicule par le corps d'Highmore*. — Ce second type atteint dans notre statistique une proportion d'environ 15%.

c) *Troisième type: indivision*. L'artère spermatique ne se divise pas. C'est le type signalé par Blanchard, par Krause; c'est le type étudié par Arrou sous le nom de *trajet en fronde*. L'artère reste indivise, contourne le bord inférieur du testicule, remonte le long de son bord antérieur pour venir se terminer près de son pôle supérieur, suivant une modalité variable, le plus souvent par anastomose avec une artère de la tête de l'épididyme. Le tronc unique reste avec une remarquable régularité dans le plan sagittal de l'organe; il envoie à droite et à gauche des branches parallèles. Bien de plus spécial dans sa distribution. La fréquence relative de ce type s'est élevée à 10% des sujets que nous avons examinés.

d) *Quatrième type: dispositions aberrantes*. Sous ce nom, nous désignons les artères à direction absolument anormale. Dans un cas, nous avons vu l'artère traverser d'arrière en avant, en ligne droite, le corps d'Highmore et tout le testicule, pour arriver au bord antérieur, là s'épanouir en une dizaine de rameaux qui s'épalaient, divergents, sur les faces latérales, en classique tête de Méduse. L'artère était

accompagnée dans son trajet intra-glandulaire de deux grosses veines disposées en canons de fusil, et qui constituaient autant de larges voies de communication entre les sinus veineux de l'albuginée et ceux du corps d'Highmore. — Ailleurs l'artère n'émergeait sur une des faces latérales qu'après avoir effectué un trajet plus ou moins tortueux dans l'intimité du testicule. Ces types constituent du reste à notre avis de véritables exceptions.

3°. Son trajet dans la glande.

A quelque mode de division qu'appartienne l'artère spermatique considérée, elle s'est résolue en un certain nombre de *branches*. Nous allons étudier maintenant la manière dont elles se comportent.

Cette dernière partie du trajet de la spermatique est celle dont se sont le moins occupé les auteurs. Elle commence au niveau du point où l'artériole abandonne l'albuginée proprement dite pour pénétrer dans l'épaisseur même de la glande et s'y capillariser.

a) *Origine*. Cette artériole peut être appelée *terminale* en ce sens que son parcours en dehors de la glande est définitivement achevé; elle ne mérite pas ce nom, car, si quelques artérioles paraissent, au sortir de l'albuginée effectuer, sans se ramifier, un court trajet dans le parenchyme, le plus grand nombre d'entre elles, émettra encore un grand nombre de branches.

L'artériole qui va plonger dans les interstices globulaires *rampe* toujours ayant d'y pénétrer, *à la surface de la glande, non plus dans l'albuginée cette fois, mais au contact même des parties superficielles du parenchyme*, dont elle n'est séparée que par sa gaine conjonctive. Il semble que l'artère ne se résigne qu'à regret à pénétrer l'organe; sa direction générale contournée, les flexuosités de chacun de ses rameaux semblent destinés à prolonger autant que possible son trajet à l'extérieur. C'est après un parcours de 2 ou 3 mm où le vaisseau *s'encastre dans les sillons superficiels de démarcation* entre les lobules que l'artère pénètre enfin l'organe.

b) *Volume*. Le volume de l'artériole à ce niveau est variable. Avec la réduction qu'il faut imposer aux vaisseaux injectés, son diamètre ne semble pas inférieur à $\frac{1}{2}$ mm. — Quant au nombre même

de ces artérioles, variable suivant le sujet examiné, il paraît être de 20 à 25 pour un même testicule. Les deux moitiés de la même glande sont également irriguées. — L'artère est accompagnée dans tout son trajet d'une gaine conjonctive, émanée de l'albuginée et qui va se confondre avec les tractus fibreux du corps d'Highmore. Cette gaine est fibreuse, nacrée, au voisinage de la coque fibreuse; elle s'atténue à mesure que l'artère diminue de volume pour n'être plus décelable qu'avec un fort grossissement ou des réactifs spéciaux à l'extrémité terminale de l'artériole.

c) *Direction.* Quelle est sa direction? A priori l'artériole ou ses branches de division, occupant les interstices lobulaires, doivent comme eux, se diriger vers le corps d'Highmore; et, de fait, les artérioles de second ordre ont un trajet centripète assez marqué. Ce caractère est assez net pour les artères qui répondent à la partie moyenne de l'organe. Il l'est beaucoup moins pour celles qui occupent l'un de ses pôles. Quant au détail de ce trajet, il est intimement lié au mode de ramescence lui-même.

d) *Ramescence.* L'artère terminale peut être *courte* ou *longue*.

Courte, on la trouve aux pôles supérieur ou inférieur de l'organe, plus rarement à la partie moyenne. L'artère plonge dans un interstice et dévie de sa direction initiale centripète; elle se contourne en crosse plus ou moins flexueuse, qui la rapproche ou l'éloigne de la surface et s'épanoie en deux ou trois branches terminales. Elle a émis déjà *une* ou deux *collatérales* plus petites généralement que les *branches de terminaison* proprement dites. C'est dans le type des artères courtes que rentrent ces troncs artériels de petites dimensions qu'on rencontre au voisinage du corps d'Highmore, nés directement à ce niveau de l'artère spermatique. Dans les cas très rares où le tronc de l'artère spermatique traverse d'arrière en avant le corps du testicule pour venir s'épanouir à la partie moyenne du bord antérieur, quelques unes des branches de terminaison sont des artères courtes. Ce qui définit *l'artère courte*, c'est d'abord le peu d'étendue de son trajet (7 ou 8 mm), puis son petit diamètre (3 ou 4 dixièmes de millim.), et surtout ce fait qu'elle ne tend pas à se rapprocher du corps d'Highmore.

Les *artères longues* sont infiniment plus nombreuses, surtout à la partie moyenne de l'organe. Elles sont définies par ce fait qu'elles *vont*, en principe, *de la surface au corps d'Highmore*. Ce sont elles qu'Arrou a décrites dans les termes suivants: „Mêmes rameaux perforants, même direction droite dans les cloisons jusqu'au corps d'Highmore, même réflexion, même retour en arrière du bouquet d'artérioles donné seulement en ce point . . .“ Et plus loin: „L'artériole intratesticulaire ne donne aucune branche avant son arrivée au contact du corps d'Highmore; c'est alors seulement qu'elle s'épanouit en rameaux récurrents, lesquels sont enfin distribués au parenchyme. Cette récurrence des branches intraglandulaires est tout à fait remarquable.“

Nous ne partageons pas une opinion aussi absolue. S'il est légitime de chercher dans l'anatomie comparée l'explication d'une anomalie de structure, il serait imprudent de vouloir à tout prix trouver chez l'homme l'exacte disposition constatée chez l'animal. La disposition décrite par Arrou comme commune à l'homme et à l'animal existe certainement, mais elle est absolument exceptionnelle.

Le type à notre avis constant est le suivant: l'artériole terminale pénètre plus ou moins obliquement la surface du testicule; elle se glisse, entourée d'une gaine conjonctive le plus souvent épaissée, tend à gagner la région du corps d'Highmore. D'emblée, le vaisseau injecte ou vide est flexueux, et ce caractère persiste sur tout son trajet. Il n'est pas rare de voir peu après que l'artère a pénétré, la glande, une ou deux petites artérioles se détacher isolément du tronc même pour irriguer les parties voisines, la périphérie des lobules voisins par conséquent. Puis, suivant les cas, le tronc garde sa direction première en abandonnant quelques collatérales importantes, ou bien, ce qui est aussi fréquent, il se divise en deux branches d'égal volume, qui divergent et se ramifient. Chacune des collatérales ou des branches de division s'écarte de l'axe du tronc principal, si bien que l'espace desservi par une seule artère peut-être considérable: *En certains points une section transversale du testicule interesse le champ de distribution d'une seule artère terminale*. Ces branches de division sont flexueuses; elles se subdivisent suivant le mode dichotomique,

sauf en ce qui concerne les très fins rameaux qui naissent latéralement et isolément. La direction des branches de second ordre est généralement irrégulière: l'épanouissement semble viser seulement à être aussi étendu que possible.

Il n'est pas sans intérêt cependant de constater que cette direction affecte parfois *une récurrence très nette*. Nous avons examiné sur l'ensemble des testicules que nous avons disséqués, une douzaine d'artérioles répondant assez exactement à la description d'Arrou. Le tronc artériel allant au corps d'Highmore, sans émettre une seule branche, s'épanouissait à ce niveau en 5 ou 6 ramifications terminales, lesquelles, brusquement coudées sur elles-mêmes, se dirigeaient vers la périphérie. Dans un cas unique du reste, la récurrence offrait une régularité singulière. Une artériole assez volumineuse se bifurquait presque aussitôt après son entrée dans le testicule en deux branches d'égal volume: ces deux branches se dirigeaient parallèlement à $\frac{1}{2}$ mm l'une de l'autre vers le corps fibreux. Là, chacune d'elles se repliait sur elle-même, et se bifurquait à nouveau; les quatre branches se dirigeaient vers la périphérie, parallèles entre elles et parallèles aux deux premiers troncs de division: leurs divisions ultimes donnaient les capillaires terminaux. Nous le répétons, une régularité aussi grande est absolument exceptionnelle: *le type normal est celui où l'artériole, après avoir émis quelques courtes et rares collatérales, sitôt après avoir pénétré le parenchyme, donne à la fois ou successivement un certain nombre d'artérioles qui divergent, s'écartent, se ramifient, se croisent, reviennent sur leur trajet, affectent en un mot, une direction absolument irrégulière*. Pour chercher dans le règne végétal une comparaison approchée, l'artériole et ses branches, de terminaison telles que les conçoit Arrou rappelleraient assez bien l'arborisation de certains saules à branches tombantes; pour nous le mode de ramification du chêne serait bien plutôt à rétenir.

La plus grande variabilité se rencontre du reste sur un même testicule. Ici l'épanouissement est réel: les branches terminales naissent d'un même point. Là, leur implantation se fait sur une longueur assez variable. Près des pôles de la glande, le tronc est court, volumineux et les branches de division longues et multiples. Dans la

région moyenne, elles sont plus ou moins nombreuses, moins longues en général que dans le cas précédent.

e) *Mode de terminaison.* L'artère spermatique s'est divisée, nous l'avons vu, en deux troncs principaux. L'un, l'externe, le plus petit se comporte vis-à-vis du testicule, tout comme une branche de division secondaire. L'interne, le plus volumineux, pourrait à la rigueur être envisagé comme la continuation de l'artère elle-même. Près du pôle supérieur de l'organe, ce tronc abandonne sur la plupart des sujets un rameau qui, nous l'avons vu, va s'anastomoser avec une artère de l'épididyme, soit en continuant son trajet dans l'albuginée, soit en plongeant dans le parenchyme pour l'abandonner au niveau de la tête de l'épididyme.

Quant au tronc lui-même il offre sur la plupart des sujets un mode de terminaison très particulier. Il plonge dans le pôle supérieur et décrit un *trajet en spirale* par rapport à l'axe du testicule. Cette spirale n'est pas parfaite; elle ne dépasse pas en étendue un tour complet, mais cette tendance de l'artère à se contourner sur elle-même nous a paru à peu près constante. Dans tout ce trajet, l'artère abandonne quelques collatérales peu nombreuses, et peu développées. Elle se termine brusquement par épanouissement en quatre ou cinq branches ultimes courtes, et qui, rapidement réduites constituent au centre du pôle supérieur du testicule une sorte de *noyau vasculaire*, où se fait plus volontiers la rupture au cours d'une injection un peu brutale. A part cette tendance vraiment particulière, l'artère spermatique, ou du moins sa branche de division principale, se comporte, quant à sa terminaison, tout comme une branche de division banale.

B. Artère déférentielle.

De cette artère nous avons peu de choses à dire. Son principal caractère réside dans son union avec l'artère spermatique au niveau de l'épididyme. De plus, elle émet, et d'une façon régulière:

a) Un petit groupe de rameaux courts et rapidement épuisés dans la partie du canal déférent qui se coude sur elle-même pour continuer l'épididyme.

b) Deux ou trois artéριοles relativement longues qui pénètrent

l'albuginée et, suivant les cas, y effectuent un trajet plus ou moins long, pour pénétrer enfin le parenchyme. Ailleurs, ils traversent simplement l'albuginée et viennent directement s'épuiser dans le pôle inférieur, en gardant une direction d'abord antéro-postérieure, puis plus ou moins contournée et toujours flexueuse. Dans une dizaine de cas, les *rameaux fournis à la glande par la déférentielle* irriguaient un peu plus du tiers inférieur du testicule.

IV. — Signification anatomique du trajet récurrent de l'artère spermatique.

Un fait reste saillant au milieu des variations que présente la circulation artérielle du testicule. Unique ou divisée, l'artère n'aborde l'organe qu'après avoir contourné *en fronde* son pôle inférieur. L'artère passe souvent à quelque distance de ce pôle, peut rester visible et superficielle ou effectuer ce trajet plus ou moins caché dans le parenchyme: en règle générale elle offre *toujours un trajet récurrent*.

L'explication de ce fait nous paraît simple. Chez le fœtus, le testicule, ou du moins l'organe qui lui donnera naissance, le corps de Wolff, est situé sur les côtés de la ligne médiane, à la région lombaire; l'*artère spermatique*, née de l'aorte un peu au-dessous de lui, s'élève, l'*aborde par son pôle inférieur* et sa face externe et se ramifie à sa surface. *Au cours de sa descente, le testicule garde son orientation primitive*: les insertions du mésorchium font que son pôle supérieur reste dans l'organe adulte le pôle supérieur, que le pôle inférieur demeure le pôle inférieur. L'organe entraîne avec lui son artère, et à mesure qu'il s'abaisse, *enroule* pour ainsi dire autour de son pôle inférieur l'extrémité terminale de l'artère spermatique.

Une série de faits semblent justifier cette hypothèse: le *coude* qui réunit l'épididyme au canal déférent répond à cette descente du testicule effectuée sans changement dans l'orientation primitive de l'organe. D'autre part, les faits d'inversion de l'organe, montrent l'artère *contournant régulièrement ce qui fut à la période embryonnaire le pôle inférieur de l'organe*. En voici un exemple: L'épididyme était étalé sur le bord antérieur, sa tête répondant au pôle inférieur, sa queue se continuant sans se couder sur elle-même avec le canal déférent au

niveau du pôle supérieur. L'artère spermatique abordait l'organe à la partie moyenne du bord antérieur, se coudait sur elle-même pour contourner en fronde le pôle supérieur, parcourait le bord postérieur jusqu'au pôle inférieur de l'organe, en émettant à droite et à gauche une série d'artères à distribution parfaitement normale. Dans ce cas, le canal déférent ne s'était pas coudé, et les rapports respectifs de l'artère et du canal restant les-mêmes, l'artère avait dû se couder pour *contourner*, suivant la loi générale *le pôle inférieur de l'organe embryonnaire devenu supérieur chez l'adulte*. L'artère spermatique tout comme la splénique pour la rate, ou la coronaire pour l'estomac, rappelle par ses rapports, sa forme, ses flexuosités les déplacements subis par l'organe auquel elle est destinée. Comme le fil conducteur dont le héros légendaire jalonnait dernière lui sa route, elle *retrace le chemin parcouru* et répond à l'ensemble des points occupés successivement au cours de la vie embryonnaire par l'organe migrateur à la vascularisation duquel elle est affectée.

V. — Conclusions.

I. Le testicule est irrigué par les *artères spermatique et déférentielle*.

II. Dans le cordon, un peu au-dessus du testicule, *l'artère spermatique* abandonne à la *tête de l'épididyme* un ou plusieurs rameaux qui *s'anastomosent avec la terminaison de la spermatique dans l'organe*; elle fournit au *corps de l'épididyme* une longue branche qui, par son anastomose avec la déférentielle constitue la longue *arcade artérielle de l'épididyme*.

III. *Dans l'albuginée*, l'artère se bifurque en *deux branches (branches de premier ordre)*: l'une destinée à la *face interne*, l'autre à la *face externe* de l'organe; l'interne étant toujours plus volumineuse. Ces deux branches *contournent le pôle inférieur* de l'organe pour remonter sur les faces latérales, au voisinage du bord antérieur. Très flexueuses, elles émettent une série de branches (*branches de deuxième ordre*) distribuées aux faces latérales. La branche externe de division de la spermatique se comporte comme un de ces rameaux. La branche interne arrivée au voisinage du *pôle supérieur*

s'y termine dans la profondeur en se contournant sur elle-même en *spirale*.

Branche interne et branche externe ont traversé les couches superficielles de l'albuginée et débouché par une sorte de *boutonnière* à deux lèvres, sous la couche la plus interne de la coque fibreuse.

A côté du type précédent (*simple bifurcation*) le plus fréquent, d'autres modes de division peuvent se rencontrer (*division en branches multiples — indivision*).

IV. Des rameaux de deuxième ordre qui rampent dans l'albuginée à la surface du testicule se détachent des *rameaux de troisième ordre* (rameaux terminaux) qui plongent dans la glande.

V. Ces branches terminales ne paraissent pas affecter, du moins chez l'homme, le type décrit par Arrou (trajet direct et indivis jusqu'au corps d'Highmore, puis récurrence et enfin épanouissement). Elles se *divisent* assez près du bord antérieur, le plus habituellement par bifurcation. Chaque rameau affecte une *direction flexueuse* qui enveloppe un groupe de lobules; il fournit des *collatérales* plus ou moins nombreuses, et le plus souvent à son extrémité un *bouquet* de ramuscules à direction *irrégulière* et *sans récurrence* marquée.

VI. *L'artère déférentielle* contribue à la formation de l'*arcade artérielle de l'épididyme*; elle fournit quelques rameaux au pôle inférieur de l'organe.

Légende.

Fig. I. Testicule droit, vu par son bord postérieur.

Fig. II. Testicule droit, vu par son bord antérieur.

Fig. III. Testicule droit, vu par sa face interne.

- A. Testicule.**
- B. Canal déférent.**
- C. Tête de l'épididyme.**
- D. Epididyme.**
- E. Albuginée.**

- a) Artère spermatique.**
 - b) Artère déférentielle.**
 - c) Branche de division interne de l'artère spermatique.**
 - d) Branche de division externe de l'artère spermatique.**
 - e) Anastomose des artères spermatique et déférentielle.**
 - f) Branches de division secondaire de l'artère spermatique.**
 - g) Anastomose de la branche terminale de l'artère spermatique avec les rameaux de la tête de l'épididyme.**
 - h) Arcade artérielle de l'épididyme.**
 - i) Rameaux testiculaires de l'artère déférentielle.**
 - j) Artères de la tête de l'épididyme.**
 - k) Veines du testicules sectionnées à leur émergence du corps d'Highmore.**
-

Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen.

Von

Bernhard Rawitz.

(Mit 2 Figuren im Text.)

I. Die Nebenniere von *Phocaena communis* Cuv.

Die Nebenniere der Cetaceen ist bisher mikroskopisch, soweit ich sehe, gar nicht, grob anatomisch nur ungenau beschrieben worden. Daher dürfte die folgende Mitteilung geeignet sein, wenigstens für die *Odontoceten* diese Lücke in unserer Kenntnis der Cetaceen auszufüllen.¹⁾

Bei dem Tiere, von welchem das Bild der Fig. 1 stammt, erschien die linke Niere abgerundet, die rechte spitz ausgezogen. Demgemäss hatten beide Nebennieren ein sehr verschiedenes Aussehen und die an vielen anderen Organen der Cetaceen zu beobachtende Asymmetrie zeigt sich in sehr beträchtlichem Grade auch bei diesem Organe ausgeprägt. Die linke Nebenniere war kürzer und dicker als die rechte, welche, basal spitz ausgezogen, an ihrer freien Fläche abgerundet erschien und dünner aber länger als die andere war. Man kann an jedem Organe eine ventrale, eine dorsale, eine mediale, der anderen Nebenniere zugewandte, Fläche und eine Grundfläche unterscheiden. Die Nebennieren sind in ventraler Richtung so stark geneigt, dass ihre Spitzen in der gleichen Ebene liegen wie ihre dorsalen medialen

¹⁾ Das Material zu dieser und den beabsichtigten späteren Mitteilungen sammelte ich während eines durch Unterstützung der Berliner Akademie der Wissenschaften ermöglichten Aufenthaltes in Norwegen (cfr. Rawitz: Ueber Megaptera boops Fabr. etc. in Archiv für Naturgeschichte 1900). Die Untersuchungen wurden im physiologischen Institute der tierärztlichen Hochschule zu Berlin ausgeführt.

Kanten. Die ventrale Fläche ist gerade, die dorsale am medialen Rande eingebuchtet, die mediale konvex gewölbt, während sich die Grundfläche der Gestalt der Niere anpasst. Von den Seiten ist die äussere konvex oder gerade (Fig. 1), die mediale konkav, die ventrale wiederum konvex und die basalen konkav. Der grösste Durchmesser ist der transversale; die Nebennieren sind also breiter als dick. Die dünnste Partie ist die Spitze, die dickste die Basis.

Die Oberfläche des mit einer fest anliegenden Kapsel versehenen Organes ist stark gefurcht (Fig. 1); unregelmässige, manchmal sehr breite (Fig. 1 links) Einschnitte teilen die Oberfläche in zahlreiche.

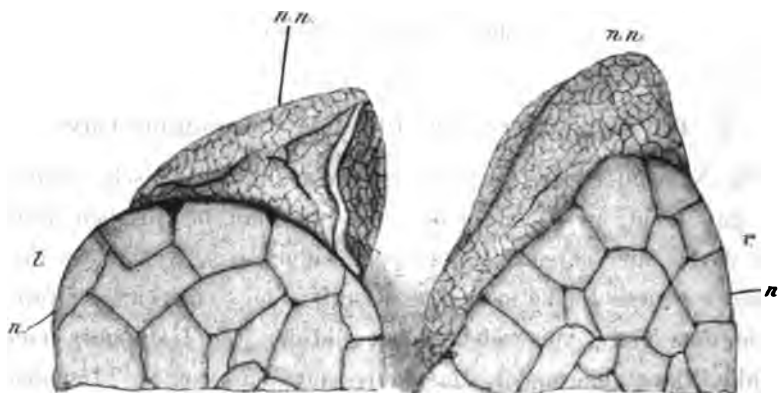


Fig. 1.

Nebennieren und ein Teil der Nieren in natürlicher Grösse; von der dorsalen Fläche gesehen. *nn* = Nebennieren; *n* = Nieren; *l* = links; *r* = rechts.

verschieden grosse Felder. Diese Einschnitte dringen ziemlich tief in das Organ ein und werden durch Fortsätze der bindegewebigen Kapsel ausgefüllt.

In dem das Organ umhüllenden Bindegewebe — nicht in der Kapsel — kommen kleine, stecknadelkopfgrosse oder halb-erbsengrosse konsistente Einlagerungen vor, die, wie das Mikroskop lehrt, Absprengungen der Rinde der Nebenniere sind. Fett ist weder in der fest anliegenden Kapsel noch auch in dem das Organ locker umhüllenden Bindegewebe vorhanden.

Auf einem Querschnitte durch das Organ, der behufs mikroskopischer Untersuchung gefärbt war, erkennt man schon bei sehr

schwacher Vergrößerung (Fig. 2) eine Dreiteilung der Substanz. Man kann eine Rinde (Fig. 2, *r*) eine Marksubstanz (Fig. 2, *m*) und eine zwischen beiden gelegene intermediäre Schicht (Fig. 2, *i*) unterscheiden. Letztere hebt sich von den beiden anderen Bestandteilen des Organs durch ihre besondere Färbung ab. Sie erscheint z. B. dunkelpurpurn nach Anwendung von Eosin-Haematein, dunkelbraun nach Bismarckbraun.

Die bei makroskopischer Betrachtung der Nebennieren wahrnehmbare Furchenbildung giebt sich auf dem Durchschnitte als eine unregelmässige Fältelung der Rinde kund (Fig. 2, *r*). Die Furchen sind verschieden tief, doch bleiben auch die tiefsten immer noch etwas von

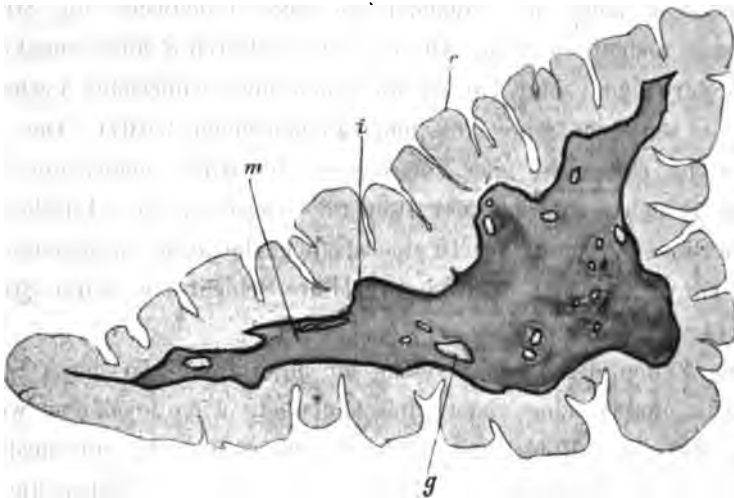


Fig. 2.

Querschnitt einer Nebenniere. Vergr. 6:1. *r* = Rinde; *i* = intermediäre Schicht; *m* = Mark; *g* = Blutgefässe (Venen und Arterien bei der gewählten Vergrößerung nicht unterscheidbar).

der intermediären Schicht fern. Durch diese Furchenbildung unterscheidet sich die Nebenniere von *Phocaena communis* auf das schärfste von den bisher untersuchten Organen aller anderen Säugetiere.

Die Rinde ist heller gefärbt als die Marksubstanz; die intermediäre Schicht erscheint allenthalben als eine scharfe, nicht zu breite, dunkle Linie. In der Marksubstanz sind zahlreiche verschieden grosse Löcher vorhanden, die von den das Organ gerade hier durchsetzenden grösseren Blutgefässen herrühren (Fig. 2, *g*).

Die *Kapsel* ist ein mehrblättriges, lockeres Bindegewebe, in welchem sich Blutgefässe in beträchtlicher Menge finden und das sehr viele elastische Fasern enthält. Sie sendet breitere und schmalere Septa in die Furchen der Rinde, durch welche zuweilen Rindenpartien rings von Bindegewebe umschlossen werden und dadurch wie abgetrennt von der Hauptmasse erscheinen.

Die Einzelbeschreibung beginne ich mit der *Rinde*. Die zelligen Elemente dieses Organteiles erscheinen in einer zum Centrum des Organs radiären Richtung orientiert. Sie sind durch feinste, von der Kapsel ausgehende bindegewebige Züge strangartig angeordnet; aber die Zellstränge sind ungleich lang und kommunizieren in ganz unregelmässiger Weise mit einander, so dass stellenweise die Stranganordnung undeutlich wird. Die der intermediären Schicht zugekehrte Fläche der Rinde zeigt ein an die Epidermis erinnerndes Verhalten, indem sie unregelmässige Aus- und Einbuchtungen besitzt. Der Tiefe der Furche entspricht eine Vorwölbung der Rinde gegen die intermediäre Schicht, während der Höhe des zwischen zwei Furchen gelegenen Rindenabschnittes meist eine basale Einbuchtung entgegenkommt, in die mit einer Art Keil die intermediäre Schicht eine kurze Strecke weit hineinragt.

Die Zellen der Rinde, welche an die Kapsel und deren Septen angrenzen, haben eine andere Beschaffenheit wie diejenigen, welche in der Mitte der Rinde und in der Nachbarschaft der intermediären Schicht gelegen sind. Die ziemlich grossen äussersten Zellen, die bald nur in wenigen Reihen liegen, bald bis zu zwölf Reihen bilden, sind unregelmässige Polyeder mit grossen, scharf konturierten, bläschenförmigen Kernen, in welchen letzteren man einige kleine Nucleolen wahrnehmen kann. Die in Eosin-Haematein dunkelrot gefärbte Zellsubstanz zeigt eine undeutliche Netzstruktur. Mehr nach der Mitte zu werden die Zellen kleiner, ihre Färbung erscheint blasser. Sie gleichen unregelmässigen vierseitigen Prismen, sind auch zuweilen langgestreckt. Der Zelleib erscheint durchaus homogen, die Kerne zeigen das gleiche Verhalten wie vorher; diese Zellen sind strangartig angeordnet. Die feinen Bindegewebszüge, welche die Stränge einschliessen, enthalten stäbchenförmige Kerne, die durch ihre intensive

Tingierung von den Kernen der Parenchymzellen sich scharf abheben. Von jedem dieser radiären Bindegewebszüge gehen zarte Fortsätze zwischen den Zellen hindurch zu dem nächsten Bindegewebszuge; so entstehen Nester, in welchen die Zellen der Rinde gelegen sind. Gegen die intermediäre Schicht hin wird die Färbung der Zellen wieder intensiver und die jener Schicht benachbarten Zellen sind genau so tingiert wie die äussersten Rindenzellen.

Die Zellstränge der mittleren und basalen Rindenpartien liegen nicht eng an einander, sondern sind durch spärliches lockeres Bindegewebe von einander getrennt. Hier finden sich sehr schmale Kapillaren, denn man sieht in diesem Bindegewebe rote Blutkörperchen, welche in den äussersten Rindenpartien fehlen.

Durch die Furchenbildung an der Rinde entstehen Abteilungen dieses Organabschnittes, die fast an die Windungen des Grosshirns erinnern (Fig. 2, r). Dieser Eindruck wird verstärkt durch das bereits erwähnte Eindringen von Bindegewebe, das aus der Marksubstanz stammt, in den axialen Teil der Abschnitte. An der Basis der Windung ist das Bindegewebe am mächtigsten, um gegen deren Peripherie hin sich allmählich zu verschmälern. Hier finden sich nun massenhaft Kapillaren, die dann einzeln zwischen die Zellstränge sich begeben. Die Blutgefässe, die man gelegentlich im Präparate auch quer geschnitten antrifft, stammen aus der Marksubstanz.

Somit zeigt sich, dass eine Zoneneinteilung der Rinde der Nebenniere, wie sie beim Menschen und einigen höheren Säugern vorkommt, bei den Cetaceen sich nicht findet.

Die *intermediäre Schicht* ist an Eosin-Haemateinpräparaten schon für das blosse Auge durch ihre intensiv purpurne oder blaue Färbung kenntlich. Sie erscheint bald als ein schmaler aus nur zwei bis drei Zellreihen bestehender Streifen, bald als eine mächtigere Lage, die sich zwischen Mark und Rinde einschiebt. Gegen letztere ist sie durch eine dünne, kontinuierliche Bindegewebslage abgegrenzt, wodurch ein scharfer Gegensatz zu anderen Säugern entsteht, denn dadurch tritt die intermediäre Schicht in nähere Beziehungen zur Marksubstanz. In letztere geht sie ohne scharfe anatomische Grenze, nur durch den Charakter der Färbung unterschieden, über. In den bei der allge-

meinen Schilderung erwähnten Kanten des Organs findet sich nur intermediäre Schicht; die Marksubstanz reicht in diese nicht hinein (Fig. 2, i).

In dieser Schicht kommen nur grössere Blutgefässe, keine Kapillaren vor. Sie treten aus der Marksubstanz durch die Schicht hindurch in das die letztere von der Rinde trennende Bindegewebe.

Die Zellen der intermediären Schicht liegen in Nestern, welche von äusserst feinen Bindegewebssträngen mit stäbchenartigen Kernen gebildet werden. Sie sind unregelmässig polyedrisch oder rundlich und haben sich so intensiv gefärbt, dass eine etwaige feinere Struktur ihrer Substanz nicht mehr zu erkennen ist. Der Kern ist in einzelnen Zellen ebenfalls sehr dunkel tingiert, so dass er wie ein noch dunklerer Fleck in dem ohnehin schon dunklen Zellleibe erscheint. In den meisten Zellen dagegen präsentiert er sich als ein heller Fleck, ist also schwächer als die Zellsubstanz gefärbt und gleicht dann pedantisch genau den Kernen der Rindenzellen. Die Zellen sind zu unregelmässigen Gruppen angeordnet, welche dadurch zu stande kommen, dass einige mächtigere Bindegewebszüge sich zwischen sie legen, welche durch die Vereinigung mehrerer zarter entstanden sind.

Uebersaus selten findet man in der intermediären kleine Bündel sympathischer Nerven.

Ueber die *Marksubstanz* ist folgendes anzusagen: Die allgemeine Differenz gegen Rinde und intermediäre Schicht besteht in ihrer blasspurpurnen Färbung, die sie in Eosin-Hämatoxylin angenommen hat. Die Zellen des Markes sind von der intermediären Schicht ab bis fast zu einem Viertel der Markbreite jederseits in Strängen angeordnet, deren Verlaufsrichtung senkrecht zu der der Rindenpartie, also in transversaler Richtung steht. In der Mitte des Organs ist die Stranganordnung undeutlich; hier tritt eine mehr rundliche oder klumpige Gruppierung auf. Denn das bindegewebige Stroma des Organs ist nur zwischen den Zellballen und um diese herum zu erkennen, scheint aber nicht zwischen die einzelnen Zellen einzudringen. Die Zellen haben kubische Gestalt und besitzen einen bald central, bald excentrisch gelegenen Kern, welcher dem Kern der Rindenzellen typisch gleicht. Eine feinere Struktur der Zellsubstanz ist nicht zu beobachten, letztere erscheint vielmehr ganz homogen.

Selten innerhalb der Zellballen, meistens im dazwischenliegenden Bindegewebe kommen in spärlicher Menge sympathische *Ganglienzellen* vor. Sie finden sich hauptsächlich im mittleren Teile des Markes, kommen aber auch in den der intermediären Schicht benachbarten Partien, ja gelegentlich sogar in dieser selber vor. In den meisten Schnitten ist immer nur eine Ganglienzelle zu sehen, sehr selten trifft man zwei an; sie finden sich also nur disseminiert. Die sie umgebende, sehr leicht wahrnehmbare Kapsel besitzt am Abgang des Nerven die bekannte Kernanhäufung. Viel mächtiger entwickelt sind die sympathischen *Nervenfasern*. Sie erscheinen bald als breite, bald als schmale Bündel in allen Teilen der Marksubstanz: aber auch ausschliesslich nur in dieser. Ihr Verlauf ist stets ein transversaler, niemals ein dorsoventraler.

Die Marksubstanz ist sehr reich an Blutgefässen. Die Kapillaren, die als feinere oder auch etwas gröbere, mit Erythrocyten gefüllte Spalten sich darstellen, finden sich in allen Partien des Markes in grosser Menge. Die Arterien zeigen alle Kaliberverhältnisse; die grössten finden sich in der Nachbarschaft der intermediären Schicht, die kleinsten in der Mitte des Markes. Umgekehrt ist die Verteilung der Venen. Von ihnen kommen die grössten Gefässe, die zuweilen sinusartig erweitert sind, in der Mitte des Markes, die kleineren und kleinsten in dessen Peripherie und in der intermediären Schicht vor.

Berlin, Ende Dezember 1902.

(Clinica oculistica della R. Università di Torino diretta dal Prof. C. Reymond.)

**Sulla parte che prende l'uno o l'altro occhio alla
percezione di un medesimo quadrato bianco. —
Contributo sperimentale e teoretico allo studio della
visione binoculare.**

Per il

Dr. J. J. Streiff (Zurigo).

(Con Tav. X e XI e 3 Fig.)

**Sulla parte che prende l'uno o l'altro occhio alla percezione di
un medesimo quadrato bianco.**

- I. Note preliminari.
 - II. Compito e metodo delle esperienze.
 - III. Considerazioni teoretiche.
 - IV. Osservazioni.
 - V. Conclusioni.
-

Prima di tutto sento il vivo desiderio di esprimere una parola di caldo ringraziamento all'illustre Prof. Reymond che gentilmente mi ha permesso di fare le seguenti esperienze nel laboratorio fisiologico della sua clinica tanto ospitale, ed anche per la vera liberalità, colla quale ha messo a mia disposizione la sua ricca biblioteca.

Al Dott. Gaudenzi poi sono molto riconoscente per tante amichevoli comunicazioni che mi furono ben utili per il mio lavoro.

I.

Sulla base della filosofia del Kant si era sviluppata la teoria nativistica della percezione dello spazio. Siccome il Kant considerava lo spazio ed il tempo come le forme di ogni percezione praestabilite a priori nell'intelletto, il Joh. Müller [4]¹⁾ ammetteva che ciascuna parte della retina corrispondesse per una qualità nativa a una sensazione localizzata e immutabilmente unita colla relativa sensazione dell'altra retina; e così si formava la dottrina della identità anatomica di tutti i punti corrispondenti delle due retine, dalla fovea fin alla più estrema periferia. Altri fisiologi invece e anzitutto l'Helmholtz [1] cercavano di dimostrare che pure l'esperienza — le date che apprendiamo nei movimenti degli occhi e del corpo — abbia un influsso maggiore nello sviluppo delle singole percezioni dello spazio.

Nel campo visivo monoculare il luogo di ciascuno oggetto visto è determinato per la linea di mira (Visierlinie) che va da questo punto oggetto fin al piano del campo visivo. Ma in tanti casi possiamo trovare una differenza fra questa costruzione geometrica ed il punto apparente indicatoci dalla misura a occhio. Esaminando quanta sia la nostra facoltà di giudicare la grandezza di date distanze nel campo visivo il Fechner [5] e il Volkmann [6] hanno trovato che questo giudizio ci dà sempre certi sbagli. E questi sbagli come l'ha dimostrato il Volkmann in qualche parte sono costanti — ritrovandoli sempre quando si fa la stessa prova. Di più ancora rimaniamo delusi nel giudicare le proporzioni del campo visivo colla visione indiretta — esclusi i movimenti oculari. Fra le illusioni costanti è interessante anzitutto quella sulla posizione dei meridiani verticali dei campi visivi. Quei meridiani che dalla misura a occhio formano apparentemente un vero rettangolo con gli orizzonti delle retine, sono in realtà un po' divergenti al di sopra. L'Helmholtz però ha dimostrato che sono appunto questi meridiani un po' obliqui che corrispondono nel campo visivo binoculare. — Questi fatti, e specialmente l'invenzione dello stereoscopio per il Wheatstone, che permetteva di dimostrare che c'è anche

¹⁾ I numeri aggiunti dietro al nome dell'autore si riferiscono al numero corrispondente del prospetto bibliografico dell'ultima pagine.

fusione di immagini formate da punti retinici dispari, dovevano pure mutare il preconconcetto della identità delle due retine. — Il Schoeler [8] poi era quello che restringeva di più la validità di questo dogma. Già il Mandelstamm [7], seguendo l'esempio del Volkmann, faceva nuove prove sulla comparazione di spazi retinici corrispondenti esaminando anche la periferia. E aveva già trovato che nella periferia i rapporti di corrispondenza sono molto meno fermi che nelle parti più vicine alla macula. Secondo lui la cooperazione armonica sarebbe più forte nelle parti superiori delle retine, meno forte nelle parti orizzontali e più debole nelle parti inferiori. Il Schoeler [8] che poi studiava la stessa questione, dimostrava evidentemente che è molto stretto il campo retinico nel quale si può parlare di una relazione fra i cosiddetti punti corrispondenti. Anche lui trovava più precisa ancora la comparazione nelle parti superiori delle retine (limite pei suoi occhi a $25^{\circ} 40'$) in confronto alle parti inferiori (limite a $12^{\circ} 54'$) e laterali ($10^{\circ} 06'$).¹⁾

Il Schön [9] esaminando i fatti della proiezione di oggetti visti nella visione indiretta mostrava che la proiezione si fa secondo la linea di direzione di quell'occhio al cui lato si trova l'oggetto; ciò vuole dire: per l'orientazione si fa uso soltanto dell'immagine dell'occhio equilatero. Di più avviene lo stesso sia che siano parallele o siano convergenti le linee visive. In tutti e due i casi l'immagine del l'occhio equilatero cade sopra un punto retinico nasale; nel primo caso inoltre sopra un punto più centrale, ciò che secondo il Schön spiega la sua impressione più intensa. Nel secondo caso invece, se si tratta di linee visive convergenti, per tutto il campo di là del orottero²⁾ le doppie immagini d'un oggetto laterale sono omonime, e l'immagine del l'occhio equilatero sta più lontano dalla macula. Malgrado però la posizione più eccentrica di questa immagine, la sua impressione, prepondera ancora, e ciò perchè — come dice il Schön — nella parte nasale della retina l'eccitabilità d'un punto distante dalla macula è maggiore di quella d'un punto equidistante nella parte temporale.

¹⁾ Come si vede trovava i limiti i più stretti nelle parti laterali invece il Mandelstamm — del cui lavoro non fa menzione il Schoeler — mette nel ultimo posto le parti inferiori.

²⁾ Vedi Helmholtz [10].

Con altre prove che ha fatto dimostra, che veramente esiste questa differenza — una differenza che secondo il Schön proverebbe che anzi le impressioni fornite da punti corrispondenti dei due occhi non sono di eguale valore.

Ecco come pare di più in più crollato il vecchio dogma della identità retinica; dopo un lungo tempo soltanto ci siamo liberati almeno dell'idea che una corrispondenza completa sia una „conditio sine qua non“ della visione binoculare. Nulladimeno siamo molto lontani dal sapere quanto pure ne esista, è non sarà infruttuoso di esaminare di nuovo — senza più nessun pregiudizio — alcuni fatti della visione binoculare.

II.

Volendo portare un piccolo contributo allo studio di questo argomento mi sono accorto che nei trattati della nostra materia pare sia stato trascurato in modo singolare una parte più importante perchè fondamentale del problema. Cioè a dire che sebbene sia stato bene studiato la diottrica generale dell'occhio come base della percezione visiva, pure poco ampiamente fu trattato ciò che potremmo chiamare la diottrica binoculare, vale a dire la parte puramente fisica della visione binoculare. In altri termini: è stato poco considerato quanto nei fenomeni della visione binoculare sia dovuto alla sola disposizione speciale di due sistemi rifrangenti rappresentati dalla combinazione dei due occhi. — La teoria completa della diottrica binoculare è quindi ancora da fare. Io parlerò soltanto di alcuni principi di essa cioè di questi che si riferiscono alle speciali condizioni sotto le quali ho fatto i miei esami.

Mi sono fatto il compito di analizzare un'immagine binoculare semplice — una immagine senza colore e non stereoscopica. Cioè cercavo se sia possibile di provare quale parte prende l'uno e l'altro occhio alla visione binoculare di una tale immagine.

Come oggetto della visione ho scelto delle carte bianche su fondo nero, carte di forma perfettamente quadrata e di diversa grandezza. Questo oggetto fu spostato sempre nel campo del cerchio del peri-

metro.¹⁾ La testa dell'osservatore riposa col mento sul appogiamento in posizione mediana di guisa che la linea base degli occhi coincida col diametro orizzontale del perimetro col cui centro coincida pure il mezzo della linea base. Così si studia dunque il campo visivo binoculare in convergenza degli occhi per una data distanza di 28 cm. (raggio del cerchio del perimetro). Il perimetro si trovava vicino ad una finestra di maniera che l'oggetto sull'arco riceveva tutta la luce mentre che l'osservatore voltava il dorso alla finestra. Per concentrare l'attenzione fu tesa attorno al di là del perimetro una tela nera che separava l'osservatore da tutti i altri oggetti della stanza.

Come si può fare adesso l'analisi dell'immagine binoculare? Si potrebbe pensare ad adoperare per questo scopo lo sdoppiamento verticale per mezzo del prisma o dello specchio del perimetro del Gaudenzi. Così avremmo il vantaggio d'un confronto diretto delle immagini dei due occhi. Ma questo sarebbe un confronto di due immagini viste sotto condizioni ineguali perchè i raggi dell'immagine ricevuta per lo spostamento, come l'ha dimostrato il Reymond [11], cadrebbero obliquamente sull'occhio, di guisa che l'immagine di questo occhio avrebbe una posizione eccentrica in confronto all'altra che apparerebbe in posizione centrale; e una differenza simile averrebbe anche nella visione indiretta.²⁾ — Per le nostre esperienze bisogna dunque rinunciare al vantaggio di un confronto simultaneo e perciò bisogna contentarsi di procedere nel modo seguente: Si osserva l'oggetto quadrato nelle varie posizioni di questo nel campo visivo binoculare in visione diretta e indiretta prima sempre con entrambi gli occhi; poi mantenendo la fissazione si esclude o l'uno o l'altro degli occhi — portando istantaneamente davanti un pezzo di carta nera. Si tratta ora di vedere

¹⁾ Ho avuto il vantaggio di servirmi del doppio perimetro del Dott. Gaudenzi (usato senza specchio) che permette di spostare gli oggetti di mira in qualsiasi posizione desiderata.

²⁾ Un altro difetto, quello cioè che l'immagine ricevuta per il prisma o per lo specchio sarebbe meno luminosa di quella ricevuta direttamente, si potrebbe pure compensare. Servendosi del prisma potremmo mettere davanti all'altro occhio un vetro piano di spessore corrispondente a quello del prisma; servendosi dello specchio nell'apparecchio del Gaudenzi potremmo adoperare due specchi come l'ha indicato lo stesso Gaudenzi [12] pag. 18, nota.

come si presenta l'immagine: se si percepisce in visione binoculare, se si percepisce nella esclusione dell'uno o dell'altro occhio e di confrontare queste tre immagini in riguardo alla lucidità, alla grandezza, alla forma, ed alla posizione. — È vero che in questo maniera il confronto si fa soltanto per un atto di memoria; si domanda dunque una attenzione concentrata ed è necessario di ripetere tante volte la stessa osservazione per accertarci che i fatti osservati siano sicuri. D'altra parte questo modo del confronto ha appunto il vantaggio che in ciascuno momento si ha una sola impressione che non è disturbata da un'altra, e poi si seguono così istantaneamente le diverse percezioni che equivalgono quasi ad un'impressione simultanea. Si capisce però che per impedire l'intervento delle immagini consecutive¹⁾ è necessario anche che durino pochissimo tempo le singole impressioni. Tutte queste condizioni rendono pure difficili questi semplici esami, tanto più che sono piccole le differenze da osservare.

I risultati essenziali di questi esami comunicherò ampiamente nella quarta parte di questo piccolo lavoro. Voglio accennare specialmente che ho fatto tutta la prima serie delle prove prima di stabilire i principii della loro teoria ottica. Le osservazioni non sono dunque influenzati da questa teoria che qui però mi pare utile di anticipare.

III.

Teoria delle immagini binoculari di un quadrato.

(Cioè la teoria delle due immagini di uno stesso oggetto quadrato, prodotte dal sistema rifrangente dei due occhi che uguali, emmetropi ed in perfetto equilibrio fissino questo medesimo oggetto.)

Se un quadrato bianco si trova davanti ed in vicinanza dei due occhi, con una distanza determinata fra il centro di questo quadrato e il mezzo della linea base e che le linee visive s'incrociano nel centro dell'oggetto quadrato, — è molto limitato il numero delle posizioni fra occhi ed oggetto nelle quali le immagini prodotte dai due sistemi rifrangenti sono uguali. Perchè siano uguali le immagini è necessario che:

¹⁾ Kleiner [13] ha annotato che un'immagine consecutiva di un occhio può, se poi quest'occhio si chiude, apparire pure nel campo visivo dell'altro occhio aperto. — Vedi anche Schön und Angelo Mosso [14].

- I. il centro del quadrato rimanga nel meridiano mediano¹⁾ e che
 II. il piano del quadrato rimanga parallelo alla linea base.²⁾

Chiamando semplicemente posizione mediana la posizione del quadrato che risponde a queste due condizioni, abbiamo quindi un primo principio che è il seguente:

Le immagini di un quadrato prodotte dal sistema rifrangente dei due occhi che fissano il quadrato sono uguali soltanto in posizione mediana di quest'ultimo.

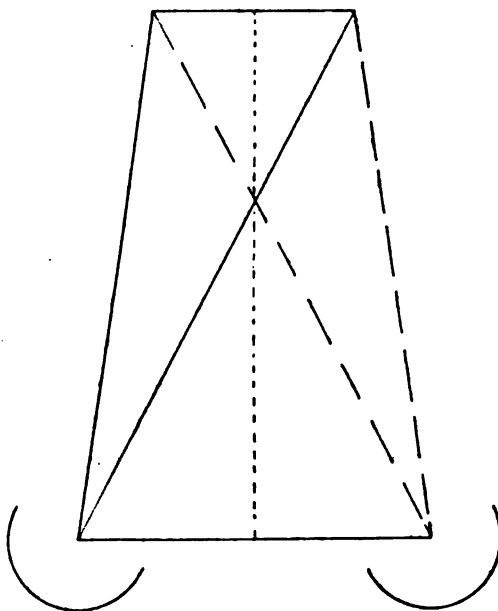


Fig. 1.

Mi sembra superfluo il dimostrare che infatti in ciascun'altra posizione sono necessariamente un po' diverse le due immagini, ma sarà utile invece a ricordare che la differenza prodotta da un deviamiento dal meridiano mediano è pure piccola in vicinanza a questo meridiano e cresce presto poi allontanandosi di più da esso. La differenza inoltre prodotta da una inclinazione dal piano frontale dipenderà anzitutto della grandezza del quadrato coìè cresce presto quando

aumenta quella. In tutti e due i casi la differenza è maggiore con una linea base maggiore ed è minore invece tanto più che aumenta la distanza fra il centro dell'oggetto ed il mezzo della linea base.

Bisogna adesso fare attenzione ad una altra particolarità delle immagini binoculari. Se il sistema rifrangente dell'occhio dal quadrato fissato nel centro deve formare un'immagine le parti del quale siano

¹⁾ Cioè il meridiano mediano determinato nel piano mediano della testa per un raggio corrispondente alla distanza fra il mezzo della linea base ed il centro del quadrato.

²⁾ Non riguardiamo il caso speciale nel quale il piano del quadrato coincide col piano mediano della testa.

tutte simetriche in riguardo al centro, è necessario che l'oggetto quadrato stia nel suo centro verticalmente alla linea visiva. Questa però è una posizione che nella convergenza degli occhi non può mai avvenire per i due insieme e abbiamo quindi un secondo principio che è il seguente:

Nei pochi casi dove sono uguali fra di loro le due immagini prodotte dal sistema rifrangente dei due occhi le parti di queste immagini non possono essere simetriche in riguardo al loro centro.

Questo fatto si vede dalla figura 1, che dimostra che in posizione mediana dell'oggetto quadrato la parte a sinistra (al lato dell'occhio sinistro) del meridiano mediano è più vicino all'occhio sinistro che la parte a destra (e lo stesso a rovescio vale a dire per l'occhio destro).

Basandoci sopra questi fatti — dovuti alla sola disposizione speciale di due sistemi rifrangenti — possiamo adesso fare anche una certa

Teoria della visione binoculare di un oggetto quadrato.

(Cioè la teoria sulla parte che prende l'uno e l'altro dei due occhi alla percezione di uno stesso quadrato trovandosi nel campo visivo binoculare.)

Supponiamo che i due occhi in perfetto equilibrio fissino il centro dell'oggetto. In tal caso si può dire:

I. Se un oggetto quadrato nel campo visivo binoculare non si trova in posizione mediana, le immagini di questo quadrato che cadono sulle retine dei due occhi non possono essere uguali, se non è intervenuta una differenza compensatoria fra il sistema rifrangente di un'occhio con quello dell'altro, e:

II. Se non interviene questa compensazione, l'immagine binoculare del quadrato — tranne i casi di posizione mediana di esso — è sempre composta da due immagini monoculari diverse. Quando il quadrato si trova a sinistra del meridiano si trova necessariamente più vicino anche all'occhio sinistro, forma quindi un'immagine maggiore nell'occhio sinistro, e vice versa. Nei casi di posizione mediana del quadrato la sua metà a sinistra del meridiano mediano è più vicino all'occhio sinistro, la metà a destra più vicino all'occhio destro.

Possiamo concludere dunque da queste considerazioni che:

III. Con una posizione laterale (in riguardo al meridiano mediano) dell'oggetto quadrato l'occhio del lato corrispondente è in vantaggio

anche nella visione binoculare, un fatto questo che ricorda le condizioni negli animali, nei quali sono ancora molto di più separati i due campi visivi monoculari.

Fin adesso abbiamo soltanto contemplato il caso, in cui si fissi il centro del nostro oggetto quadrato. Eccetto che quando questo sia piccolissimo, entra pure anche nella fissazione centrale, per le parti laterali, la visione indiretta. Facciamo però specialmente adesso la

Teoria della visione binoculare indiretta di un quadrato.

Noi supponiamo sempre che e il punto di fissazione e l'oggetto visto in visione indiretta abbiano una distanza determinata uguale, partendo dal mezzo della linea base. E supponiamo pure che nessuna compensazione cambi le differenze dovute alla sola posizione dei due sistemi rifrangenti. Avremo così i seguenti primi semplici casi:

I. Quando e il punto di fissazione e l'oggetto visto in visione indiretta si trovano nel meridiano mediano¹⁾ hanno i due occhi una posizione simetrica in riguardo a questo stesso oggetto. Le due immagini di esso nei due occhi sono quindi uguali fra di loro avendo pure una assimetria relativamente al meridiano mediano delle retine (per ragione simile a quella annotata nel principio secondo della visione centrale).

II. Quando pure e il punto di fissazione e l'oggetto visto in visione indiretta si trovano nel medesimo meridiano ma in un meridiano laterale a quello mediano, sarà anche per la visione binoculare indiretta in vantaggio l'occhio del lato corrispondente.

III. Quando il punto di fissazione resta nel meridiano mediano e l'oggetto invece si trova di lato a questo meridiano, sarà, nella percezione binoculare indiretta di questo oggetto, in vantaggio l'occhio del lato corrispondente.

IV. Troviamo le stesse condizioni quando anche il punto di fissazione si trova in un meridiano laterale, se solo l'oggetto è disposto nello stesso senso.

V. Molto più complicato invece si fa il problema quando il punto di fissazione si trova in un meridiano laterale, e l'oggetto a lato di

¹⁾ Cioè stia al di sopra o al di sotto del punto di fissazione l'oggetto quadrato.

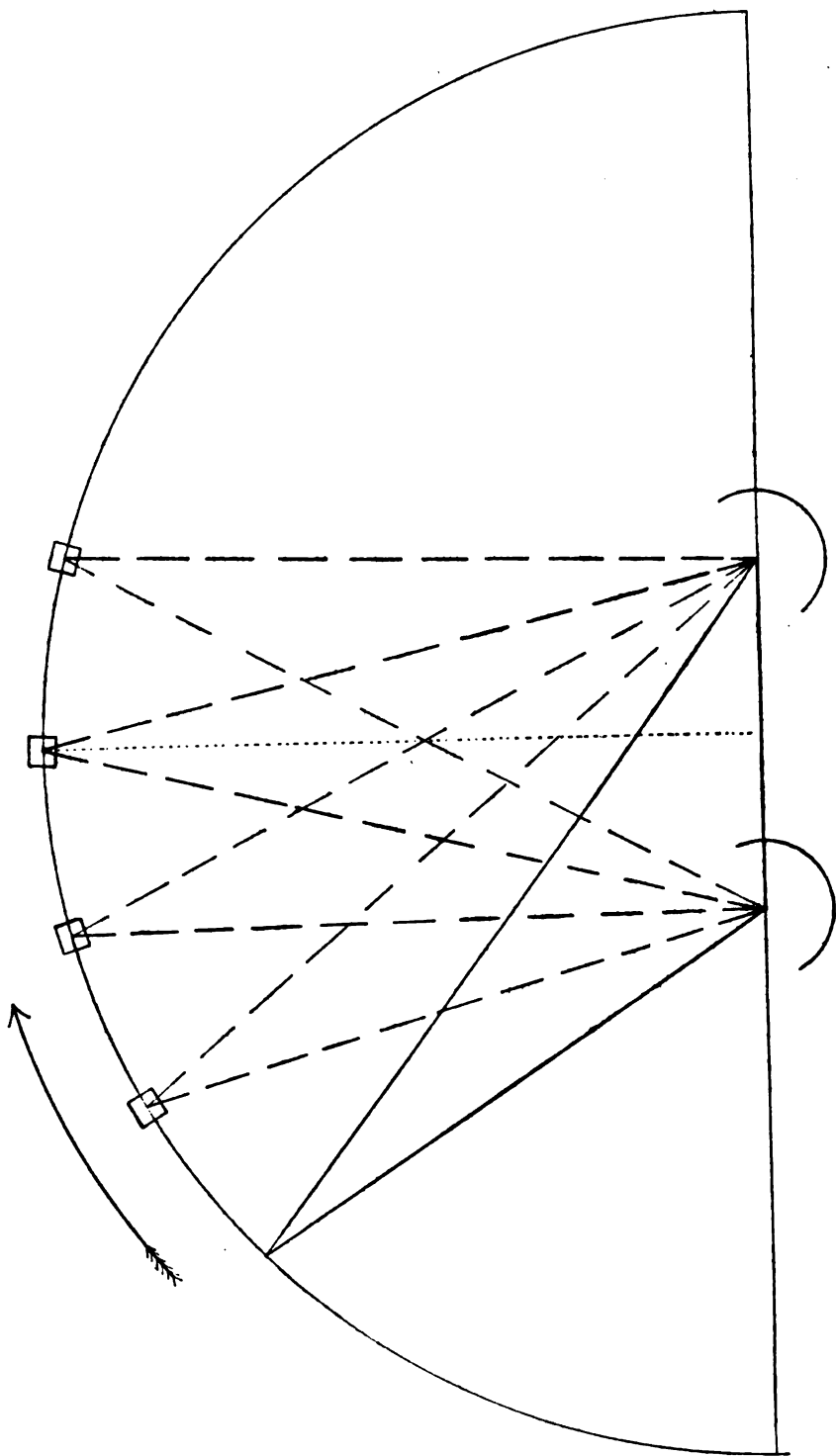


Fig. 2.

questo meridiano ma dal lato opposto più vicino cioè al meridiano mediano. Per intendere bene queste condizioni speciali bisogna vedere la figura 2. Questo schema ci dice che in una posizione molto a sinistra del punto di fissazione, resta in vantaggio pure l'occhio sinistro anche nella visione binoculare indiretta di un oggetto alla sua destra, se l'oggetto si trova in vicinanza del punto di fissazione. Coll'aumentare della distanza fra il punto di fissazione e l'oggetto, quest'ultimo viene in una posizione di più in più favorevole anche per l'occhio destro. Con una certa distanza (apparentemente se l'oggetto si trova nel meridiano mediano) abbiamo per tutti e due gli occhi le stesse condizioni per la visione binoculare indiretta e con una distanza ancora maggiore viene in vantaggio anzi l'occhio destro.

Se adesso ci figuriamo che il punto di fissazione ed assieme anche l'oggetto alla sua destra si muovono nella direzione indicata dalla freccia s—d, cioè verso il meridiano mediano, diminuisce di più in più il vantaggio dell'occhio sinistro, anche se piccola è la distanza fra oggetto e punto di fissazione, e quando cade nel meridiano mediano il punto di fissazione, è in vantaggio completo l'occhio destro per ogni oggetto visto a destra in visione binoculare indiretta.

Possiamo quindi formulare così il principio della visione binoculare indiretta:

Non dipende tanto dalla posizione verso la destra o la sinistra dell'oggetto in riguardo al punto di fissazione il vantaggio che abbia l'uno o l'altro degli occhi nella visione binoculare indiretta, ma dipende questo anzitutto dalla posizione del punto di fissazione in riguardo al meridiano mediano.

IV.

Osservazioni.

L'osservatore è emmetrope (con un astigmatismo fisiologico di circa 0,75 D. in ciascun'occhio).

$$\begin{array}{l} \text{Acutezza visiva o. d.} \\ \text{o. s.} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Acutezza visiva o. d.} \\ \text{o. s.} \end{array}} \right\} \frac{XX}{XV} \text{ fin a } \frac{XX}{X}$$



Per l'accomodamento esatto servivano tre puntini neri finissimi sovrapposti in piccole distanze nel centro degli oggetti quadrati bianchi.

Per „posizione nel centro“ o „posizione centrale“ intendo una posizione dell'oggetto nel punto di incrocio del meridiano mediano col meridiano orizzontale del campo visivo binoculare. Per posizione a p. es. 40° a sinistra intendo una posizione dell'oggetto a 40° a sinistra nel meridiano orizzontale.

I. Serie.

A. Visione diretta.

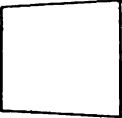
I. Oggetto quadrato di 5 mm.²

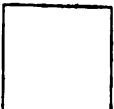
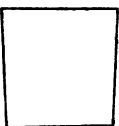
Posizione dell'oggetto nel campo visivo binoculare	Visione binoculare	Visione monoculare con o. s.	Visione monoculare con o. d.
1. Oggetto nel centro.	L'oggetto appare di forma perfettamente quadrata.	Coll'esclusione dell'occhio destro si osserva una diminuzione molto leggera di lucidità; niente altro.	Come con o. s. (Tante volte il quadrato pare restringersi dall'alto in basso; strana oscillazione dei lati orizzontali specialmente del lato superiore.) ¹⁾
2. Oggetto a 45° verso la sinistra.	Come in posizione 1.	Diminuzione molto leggera di lucidità. Molte volte la forma dell'oggetto pare leggermente cambiata di guisa che il lato verticale sinistro appare un po' più corto del lato destro. lato s  lato d	Lucidità come con o. s. — Il quadrato appare in toto un po' più piccolo che in visione binoc.
3. Oggetto a 45° verso la destra.	Come in posizione 1.	Lucidità come in posizione 2. — Il quadrato appare in toto un po' più piccolo che in visione binoculare.	Lucidità come con o. s. La forma dell'oggetto pare molte volte leggermente cambiata di guisa che il lato verticale destro appare un po' più corto del lato sinistro. lato s  lato d

¹⁾ Vedi Exner [15] pag. 129.

Posizione dell'oggetto nel campo visivo binoculare	Visione binoculare	Visione monoculare con o. s.	Visione monoculare con o. d.
4. Oggetto <i>in alto</i> a 35°	Come in posizione 1.	Diminuizione molto leggera di lucidità; l'oggetto appare un po'più piccolo, e piuttosto un po'meno alto che largo.	Come con o. s.
5. Oggetto <i>in basso</i> a 60°	Come in posizione 1.	Lucidità come in posizione 4. — L'oggetto appare leggermente più piccolo, rimane di forma quadrata od appare piuttosto un pochissimo meno largo che alto.	Come con o. s.

II. Oggetto quadrato di 20 mm.*

1. Oggetto nel <i>centro</i> .	L'oggetto appare di forma per- fettamente quadrato.	Coll'esclusione del l'occhio destro leggera diminuizione di lucidità: Si fa presto sentire la stanchezza per la quale diventano poi confusi prima i lati orizzontali del qua- drato di guisa che l'oggetto appare poi piuttosto un po'me- no alto che largo.	Come con o. s.
2. Oggetto a 45° verso <i>la sinistra</i> .	Nessuna differenza notevole.	Coll'esclusione del l'occhio destro si osserva una dimi- nuizione molto leggera di lucidità; il lato sinistro del l'oggetto pare essere un po'più corto del lato destro. lato s.  lato d.	Coll'esclusione del l'occhio sinistro il quadrato appare in toto evidente- mente più piccolo che in visione binoculare. I puntini nel centro rimangono pure netti (Sopra l'acco- modamento nello sguardo laterale vedi Woinow [16]).

Posizione dell'oggetto nel campo visivo binoculare	Visione binoculare	Visione monoculare con o. s.	Visione monoculare con o. d.
3. Oggetto a 45° verso la destra.	Nessuna differenza notevole.	Coll'esclusione del l'occhio destro inpicciolimento evidente del quadrato in toto.	Coll'esclusione del l'occhio sinistro minore cambiamento: il lato destro pare essere un poco più corto del lato sinistro. lato s  lato d
4. Oggetto in alto a 35°	L'oggetto pare un poco più largo che alto.	Leggera diminuzione di lucidità, e diminuzione della larghezza.	Come con o. s.
5. Oggetto in basso a 60°	L'immagine mantiene la forma quadrata.	Leggera diminuzione di lucidità. L'immagine mostra un piccolo cambiamento della forma, appare un po' più alta che larga ed è forse un po meno larga in basso che in alto. 	Come con o. s.

B. Visione indiretta.

1. Oggetto quadrato di 5 mm.²

Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare con o. s.	Visione monoculare con o. d.
1. Punto di fissazione nel centro.	a. Oggetto a 2° a sinistra.	L'oggetto appare di forma quadrata appena più piccolo, e leggermente meno luminoso che in visione diretta; i contorni un poco meno distinti.	Coll'esclusione del l'occhio destro si osserva una diminuzione notevole di lucidità; nessun altro cambiamento notevole.	Come con o. s.

Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare con o. s. (occhio equilatero)	Visione monoculare con o. d. (occhio eterolatero)
	β . Oggetto a 2° a <i>destra</i> .	Come in posizione α . dell'oggetto.	Come in posizione α . dell'oggetto.	Come in posizione α . dell'oggetto
	γ . Oggetto a 2° <i>in alto</i> .	L'oggetto appare un po' più piccolo che in visione diretta, e piuttosto un po' più largo che alto.	Coll'esclusione del l'occhio destro diminuzione anche della larghezza, così che adesso l'oggetto appare di nuovo di forma quadrata un po' più piccolo che in visione diretta.	Come con o. s.
	δ . Oggetto a 2° <i>in basso</i> .	Come in posizione α . dell'oggetto.	Come in posizione α . dell'oggetto.	Come in posizione α . dell'oggetto.
2. Punto di fissazione a 45° verso la <i>sinistra</i> .	α . Oggetto a 2° a <i>sinistra</i> (posizione equilaterale).	Piccola diminuzione di lucidità e di grandezza in confronto alla fissazione diretta.	Diminuzione di lucidità e diminuzione della larghezza.	Come con o. s.
	β . Oggetto a 2° a <i>destra</i> (posizione eterolaterale).	Piccola diminuzione di lucidità, e piccolo cambiamento della forma di guisa che il lato del l'oggetto vicino al punto di fissazione appare un po' più grande del lato opposto.	Coll'esclusione del l'occhio destro si osserva soltanto una piccola diminuzione di lucidità.	Coll'esclusione del l'occhio sinistro si accorcia ora anche il lato sinistro, così che l'oggetto si presenta nuovamente in forma quadrata, ma un po' più piccolo che in vis. bin.
	γ . Oggetto a 2° <i>in alto</i> .	L'oggetto appare un po' meno alto che largo.	Coll'esclusione del l'occhio destro non appare nessun cambiamento notevole.	Coll'esclusione del l'occhio sinistro è evidente un accorciamento anche nel

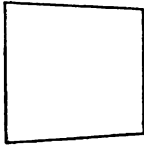
Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare con o. s. (occhio equilatero)	Visione monoculare con o. d. (occhio eterolatero)
				l'orizzontale di guisa che l'oggetto appare di nuovo di forma quadrata.
	<i>d.</i> Oggetto a 2° in basso.	Piccola diminuzione in toto della grandezza in confronto alla fissazione diretta.	Coll'esclusione dell'occhio destro piccola diminuzione di lucidità, del resto nessun cambiamento notevole.	Coll'esclusione dell'occhio sinistro l'oggetto appare in toto più piccolo ancora che in visione binoculare indiretta.
3. Punto di fissazione a 45° verso la destra.	<i>α.</i> Oggetto a 2° a destra (posizione equilaterale).	Come in posizione 2 del punto di fissazione.	Diminuzione di lucidità, e diminuzione della larghezza; questo impicciolimento laterale, coll'esclusione dell'occhio destro, si osserva del lato sinistro dell'oggetto, di guisa che l'oggetto visto in visione binoculare pare in visione con o. s. impicciolito alla sinistra per la parte tratteggiata.	Coll'esclusione dell'occhio sinistro si osserva soltanto una piccola diminuzione di lucidità.
	<i>β.</i> Oggetto a 2° a sinistra (posizione eterolaterale).	L'oggetto appare un po' più largo che alto.	Coll'esclusione dell'occhio destro diminuzione anche nell'orizzontale di guisa che l'immagine appare di nuovo di forma quadrata.	Coll'esclusione dell'occhio sinistro non si può notare un cambiamento dell'immagine binoculare indiretta.
	<i>γ.</i> Oggetto a 2° in alto.	L'oggetto appare più largo che alto.	Come in posizione β. dell'oggetto.	L'esclusione dell'occhio sinistro non pare cambiare l'immagine binoculare.

Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare Con o. s. (occhio eterolatero)	Visione monoculare Con o. d. (occhio equilatero)
	δ . Oggetto a 2° <i>in basso.</i>	Piccola diminuzione in toto della grandezza in confronto alla fissazione diretta.	L'esclusione dell'occhio destro produce di nuovo un leggero impicciolimento dell'immagine (piuttosto nell'orizzontale).	Coll'esclusione dell'occhio sinistro si osserva nessun cambiamento notevole.



Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare
4. Punto di fissazione <i>in alto</i> a 35°.	α . Oggetto a 2° <i>a sinistra.</i>	L'oggetto appare leggermente più piccolo, e un po' meno alto che largo.	Diminuzione della larghezza, apparentemente di più coll'esclusione dell'occhio sinistro; diminuzione leggera di lucidità.
	β . Oggetto a 2° <i>a destra.</i>	Come in posizione α dell'oggetto.	Coll'esclusione dell'occhio destro diminuzione della larghezza dal lato sinistro; diminuzione incerta della larghezza coll'esclusione dell'occhio sin.
	γ . Oggetto a 2° <i>in alto.</i>	L'oggetto appare evidentemente meno alto che largo.	Diminuzione evidente della larghezza (cosicchè di nuovo appare la forma quadrata) e veramente questa diminuzione, coll'esclusione dell'occhio destro, pare farsi dal lato sinistro e vice versa.
	δ . Oggetto a 2° <i>in basso.</i>	L'oggetto appare un po' più piccolo che in visione diretta, e piuttosto un po' meno largo.	Diminuzione evidente della larghezza e diminuzione della lucidità.
5. Punto di fissazione <i>in basso</i> a 60°.	α . Oggetto a 2° <i>a sinistra.</i>	L'oggetto appare un po' più piccolo che in vis. dir. e un po' meno largo che alto.	Diminuzione evidente della larghezza senza differenza notevole fra o. s. ed o. d.
	β . Oggetto a 2° <i>a destra.</i>	Come in posizione α dell'oggetto.	Come in posizione α dell'oggetto.


Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare
	<i>γ.</i> Oggetto a 2° <i>in alto.</i>	L'oggetto appare in forma d'un rettangolo orizzontale.	Inpicciolimento della larghezza che riproduce la forma quadrata (e l'esclusione dell'o. d. pare diminuire la larghezza dal lato sin. e vice versa —: questa osservazione pure non è veramente evidente.
	<i>δ.</i> Oggetto a 2° <i>in basso.</i>	Immagine in toto inpicciolita; piuttosto un po' meno larga che alta.	Nuovo inpicciolimento senza differenza fra o. s. ed o. d.; forma meno distinta.

II. Oggetto quadrato di 20 mm.²

Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Visione binoculare	Visione monoculare
<i>α.</i> Centro del l'oggetto a 5° verso la <i>destra.</i>	1. Punto di fissazione nel <i>centro.</i>	Leggero cambiamento della forma di guisa che la figura appare un po' più larga che alta, e il lato sinistro (vicino al punto di fissazione) appare un po' più alto che il lato oposto. <i>s.</i> <i>d.</i> <i>f.</i> 	Coll'esclusione di un occhio diminuzione della larghezza così che l'oggetto appare die nuovo di forma quadrata; diminuzione evidente di lucidità. Nessuna differenza notevole fra l'esclusione dell'o. s. e quella dell'o. d.
	2. Punto di fissazione a 45° <i>a sinistra.</i>	Come in posizione prima del punto di fissazione; si vede meglio ancora la differenza di grandezza fra il lato sinistro (più alto) ed il lato destro.	Coll'esclusione dell'occhio destro si ha poco cambiamento; i contorni dell'immagine appaiono anzi più distinti; invece coll'esclusione dell'o. s. l'immagine diventa evidentemente più piccola, piuttosto nella larghezza, così che di nuovo appare in forma quadrata.

Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Visione binoculare	Visione monoculare
β . Centro del l'oggetto a 5° verso la sinistra.	3. Punto di fissazione a 45° a destra.	Qui l'esame è impossibile perchè in questa posizione l'oggetto si trova parzialmente già fuori del campo visivo binoculare.	
	4. Punto di fissazione in alto a 35°.	L'immagine binoculare è apparentemente più larga che alta.	Coll'esclusione di un occhio s'accorcia anche la larghezza così che si presenta un oggetto quadrato più piccolo. Nessuna differenza notevole fra o. s. ed o. d.
	5. Punto di fissazione in basso a 60°.	L'immagine appare in toto più piccola che in visione diretta.	Coll'esclusione di un occhio diminuzione di larghezza senza differenza notevole fra o. s. ed o. d.
	1. Punto di fissazione nel centro.	L'oggetto appare più largo che alto — ma non si osserva la differenza fra i lati sinistro e destro annotata in posizione α dell'oggetto.	Diminuzione della larghezza. Diminuzione di lucidità; si fa presto sentire la stanchezza; appena una differenza fra l'esclusione dell'o. s. e quella dell'o. d.
	2. Punto di fissazione a 45° a destra.	L'oggetto appare più largo che alto, ed il lato destro (vicino al punto di fissazione) appare un po' più alto del lato opposto.	Coll'esclusione dell'o. d. l'immagine diventa evidentemente più piccola in toto; coll'esclusione dell'o. s. si ha apparentemente soltanto una diminuzione leggera della larghezza.
	3. Punto di fissazione a 45° a sinistra.	L'oggetto trovandosi parzialmente fuori del campo visivo binoculare questa posizione non corrisponde più alle condizioni dell'esame.	
	4. Punto di fissazione in alto a 35°.	L'immagine appare più largo che alto (se si fissa prima direttamente il quadrato, e poi il punto di fissazione, si crede di osservare un aumento di larghezza al lato vicino al punto di fissazione — crescendo quasi	Coll'esclusione sia dell'occhio destro o dell'occhio sinistro diminuisce la larghezza così che di nuovo appare la forma quadrata od anzi un rettangolo verticale.

Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Posizione del punto di fissazione, cioè direzione della linea visiva	Visione binoculare	Visione monoculare
		l'oggetto verso il punto di fissazione.	
	5. Punto di fissazione in basso a 60°.	L'immagine appare in toto più piccola che in visione diretta.	Coll'esclusione sia dell'o. d. o dell'o. s. l'immagine diventa di nuovo più piccola — in toto?
α. Centro del l'oggetto a 25° a destra del punto di fissazione (fuori del punto cieco dell'o. d.)	1. Punto di fissazione nel centro.	La forma dell'oggetto è già molto indistinta — l'oggetto appare più largo che alto.	L'esclusione dell'occhio destro produce una diminuzione molto evidente di lucidità; la forma diventa molto indecisa, l'oggetto appare come un rettangolo verticale con contorni diffusi. Visione monoculare con o. s. 
	2. Punto di fissazione a 15° a destra.	Aumento di larghezza come in posizione 1. del punto di fissazione, ed il lato sinistro (più vicino al punto di fissazione) appare appunto meno distinto del lato opposto.	Coll'esclusione dell'o. s. la differenza di lucidità (in confronto a quella in visione binocul.) è molto minore; la forma diventa anche molto indistinta, ma rimane pure più simile a quella della immagine binoculare. L'esclusione dell'o. d. produce una grande diminuzione di lucidità; l'immagine del quadrato bianco si raggrinza molto, e fa l'impressione di una macchia un po' più alta che larga. Visione monoculare con o. s. 
			L'esclusione dell'o. s. cambia molto meno l'immagine binoculare; la forma dell'oggetto appare anzi più chiara di quella binoculare, e s'avvicina più alla forma quadrata.

Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Posizione del punto di fissazione, direzione della linea visiva	Visione binoculare	Visione monoculare
<p>β.</p> <p>Centro del l'oggetto a 25° a sinistra del punto di fissazione.</p>	<p>6.</p> <p>Punto di fissazione in alto a 30°.</p>	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione α , 6.	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione α , 6.
	<p>7.</p> <p>Punto di fissazione in basso a 30°.</p>	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione α , 7.	
<p>γ.</p> <p>Centrò del oggetto a 25° in alto.</p>	<p>1.</p> <p>Punto di fissazione nel centro.</p>	<p>L'immagine binoculare appare già molto indistinta, e mostra pressapoco la forma d'un rettangolo orizzontale.</p> 	<p>Coll'esclusione sia dell'occhio destro o sia dell'occhio sinistro si osserva nel primo momento un accorciamento nell'orizzontale cosicchè si presenta un quadrato più piccolo¹⁾. Questa impressione però è molto debole di guisa che sparisce presto quasi completamente.</p> <p>¹⁾ Coll'esclusione dell'occhio destro pare tolta una parte al lato sinistro del rettangolo binoculare e vice versa.</p>
	<p>2.</p> <p>Punto di fissazione a 30° a sinistra.</p>	Anche nella visione binoculare l'impressione dell'immagine è già molto indecisa; pure si osserva evidentemente che l'esclusione dell'occhio destro cambia poco, invece l'esclusione dell'occhio sinistro estingue di più l'impressione.	
	<p>3.</p> <p>Punto di fissazione a 30° a destra.</p>	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione 2. del punto di fissazione.	
	<p>1.</p> <p>Punto di fissazione nel centro.</p>	Si percepisce meglio la forma dell'immagine binoculare che è quella d'un rettangolo orizzontale.	Si percepiscono meglio le stesse differenze come in posizione γ del l'oggetto.
<p>γ'.</p> <p>Centro del l'oggetto a 15° in alto.</p>	<p>2.</p> <p>Punto di fissazione a 30° a sinistra.</p>		Come in posizione γ 2.
	<p>3.</p> <p>Punto di fissazione a 30° a destra.</p>		Come in posizione γ 3.

Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Posizione del punto di fissazione, direzione della linea visiva	Visione binoculare	Visione monoculare
<i>γ''.</i> Centro del l'oggetto a 5° in alto.	1. Punto di fissazione <i>nel centro.</i>	L'immagine mostra la forma d'un rettangolo orizzontale.	L'esclusione dell'occhio destro toglie una parte al lato sinistro del rettangolo e vice versa; nella visione monoculare si presenta quindi un quadrato più piccolo, e molto meno luminoso dell'immagine binoculare.
	2. Punto di fissazione a 30° <i>a sinistra.</i>	L'immagine apparente in visione binoculare è più larga che alta ed il suo lato destro è un po' più grande che il lato opposto.	Coll'esclusione dell'occhio destro cambia appena l'immagine. Coll'esclusione dell'occhio sinistro diminuzione evidente di lucidità e diminuzione della larghezza.
	3. Punto di fissazione a 30° <i>a destra.</i>	L'immagine binoculare appare più larga che alta ed il suo lato sinistro è un pochissimo più grande che il lato opposto.	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione <i>γ''</i> 2. È molto evidente la diminuzione di lucidità e la diminuzione della larghezza dell'immagine apparente coll'esclusione dell'occhio destro; l'esclusione dell'occhio sinistro invece cambia poco l'immagine binoculare.
<i>δ.</i> Centro del l'oggetto a 5° <i>in basso.</i>	1. Punto di fissazione <i>nel centro.</i>	L'immagine mostra la forma quadrata (o appare appena appena un po' più alta che larga).	Diminuzione evidente di lucidità ed inpicciolimento dell'immagine in toto; nessuna differenza fra l'esclusione dell'o. d. e quella dell'o. s.
	2. Punto di fissazione a 30° <i>a sinistra.</i>	L'immagine appare in toto un po' più piccola.	Inpicciolimento dell'immagine in toto e diminuzione di lucidità. Nessuna differenza notevole fra l'esclusione dell'o. d. e quella dell'o. s.
	3. Punto di fissazione a 30° <i>a destra.</i>	Come in posizione 2.	Come in posizione 2.
<i>δ'.</i> Centro del l'oggetto a 15° in basso.	1. Punto di fissazione <i>nel centro.</i>	L'immagine appare un po' più alta che larga.	Diminuzione notevole di lucidità cosicché l'immagine monoculare appare molto meno distinta che quella binoculare. Inpicciolimento dell'immagine. Nessuna differenza fra o. d. ed o. s.

Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Posizione del punto di fissazione, direzione della linea visione	Visione binoculare	Visione monoculare
	2. Punto di fissazione a 30° a sinistra.	L'immagine binoculare è già molto indecisa, ed impicciolita molto, in confronto a quella apparente in fissazione diretta.	Diminuizione forte di lucidità fin alla sparizione dell'immagine, senza differenza notevole fra o. d. ed o. s.
	3. Punto di fissazione a 30° a destra.	Come in posizione 2.	Come in posizione 2.

II. Serie.

Oggetto quadrato di 5 mm. ²

Posizione del punto di fissazione, direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare
1. Punto di fissazione nel centro.	α . Oggetto a 4° a sinistra.	L'oggetto appare un po' più piccolo e meno distinto che in visione diretta. L'immagine è un po' più larga che alta ed appunto il lato più vicino al punto di fissazione appare meno distinto e forse un po' più grande del lato opposto.	Diminuizione leggera della larghezza, cosicché l'immagine appare di nuovo in forma quadrata. Nessuna differenza notevole fra l'occhio destro e l'occhio sinistro.
	β . Oggetto a 4° a destra.	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione α .	Come in posizione α .
2. Punto di fissazione a 40° a sinistra.	α . Oggetto a 4° a sinistra.	Come in posizione 1. α .	L'esclusione dell'occhio sinistro produce evidentemente un cambiamento maggiore dell'immagine binoculare, cioè una diminuizione maggiore di lucidità (fin all'estinzione a momenti dell'immagine;

Posizione del punto di fissazione, direzione della linea visiva	Posizione dell'oggetto relativamente al punto di fissazione	Visione binoculare	Visione monoculare
			diminuizione anzitutto della larghezza. L'esclusione dell'occhio destro cambia molto meno l'immagine binoculare, diminuendo un poco pure anche la lucidità e la grandezza — in toto?
	β . Oggetto a 40° a destra.	Come in posizione 1. β .	Cambiamento maggiore coll'esclusione dell'occhio sinistro — osservazione simile a quella in posizione 2 α .
3. Punto di fissazione a 20° a sinistra.	α . Oggetto a 40° a sinistra.	Come in posizione 1. α .	Differenza minore fra l'esclusione dell'occhio destro e quella dell'occhio sinistro; coll'esclusione dell'occhio sinistro l'impicciolimento appare pure un po' più evidente.
	β . Oggetto a 40° a destra.	Come in posizione 1. β .	Diminuizione della larghezza, maggiore piuttosto coll'esclusione dell'occhio sinistro. La differenza fra l'occhio destro e l'occhio sinistro è però minore che in posizione a 40° a sinistra del punto di fissazione.
4. Punto di fissazione a 40° a destra.	α . Oggetto a 40° a destra.	Come in posizione 1. β .	Si osserva lo stesso — nel senso contrario — come in posizione 2. α — cioè un cambiamento evidentemente maggiore coll'esclusione dell'occhio destro.
	β . Oggetto a 40° a sinistra.	Come in posizione 1. α .	Come in posizione 4. α . Cambiamento maggiore coll'esclusione dell'occhio destro.
5. Punto di fissazione a 20° a destra.	α . Oggetto a 40° a destra.	Come in posizione 1. β .	Differenza minore fra l'esclusione dell'occhio destro e quella dell'occhio sinistro. Coll'esclusione dell'occhio sinistro pare tolta una parte al lato sinistro dell'immagine binoculare; invece l'esclusione dell'occhio destro sembra produrre una diminuizione in toto.
	β . Oggetto a 40° a sinistra.	Come in posizione 1. α .	Diminuizione notevole di lucidità e coll'esclusione dell'o. d. e con quella dell'o. s. Cambiamento appena maggiore coll'esclusione dell'o. d.

III. Serie.

Facendo nuovamente attenzione alla differenza fra l'immagine binoculare e le immagini monoculari d'un oggetto quadrato fissato direttamente in posizione centrale, ho osservato un altro cambiamento non annotato fin'ora.

Fissando un quadrato di 10 mm.² (nella data distanza di 28 cm.) mi sembra che coll'esclusione o dell'uno o dell'altro occhio diminuisca pochissimo, ma evidentemente, la grandezza dell'oggetto. (Pare essere una diminuzione in toto; coll'esclusione dell'occhio destro però mi pare molte volte che la diminuzione sia più visibile al lato sinistro dell'oggetto.)

Fissando sotto le stesse condizioni un oggetto di 30 mm.² pare al contrario aumentarsi un poco la grandezza dell'oggetto nella visione monoculare. La zona attorno i puntini centrali acquista quasi una lucidità maggiore, diminuendo invece la lucidità nella periferia, di guisa che i lati dell'oggetto diventano un po'meno distinti.

Facendo la prova con un oggetto quadrato di 20 mm.² non saprei più dire, se diminuisca o aumenti la grandezza dell'immagine nella visione monoculare. Per oggetti più piccoli del quadrato a 10 mm.² ho osservato sempre un inpicciolimento dell'immagine in visione monoculare; non sono però riuscito a decidere se nello stesso tempo sembra anche allontanarsi l'oggetto. Per gli oggetti maggiori invece, ingranditi nella visione monoculare, si riesce a vedere che nello stesso tempo l'oggetto appare un po'avvicinato. Si tratta probabilmente d'un cambiamento dell'accomodamento — cambiamento però nei limiti dell'accomodamento relativo¹⁾, rimanendo ugualmente netti i puntini centrali. — È notevole questa differenza fra oggetti piccoli ed oggetti maggiori, differenza che forse dipende da ciò, se cioè l'immagine si formi soltanto nel campo della macula lutea o se impressioni insieme delle parti periferiche.

¹⁾ Vedi il lavoro classico del Reymond [11].

V.

*Conclusioni.**1. Percezione luminosa.*

I primi che hanno fatto degli esami più esatti sulla percezione luminosa delle varie regioni della retina erano il Dobrowolsky ed il Gaine [17]. Essi hanno dimostrato che la sensibilità per la luce diminuisce già nella periferia della stessa macula lutea, di guisa che in una distanza di soltanto 5° dalla „fovea centralis“ essa è già diminuita per la metà. Questa prima diminuzione è la più grande che si osserva fra una distanza così corta. Andando però più verso la periferia diminuisce in gradi più piccoli la sensibilità per la luce, diminuendo anche in un modo molto lento in confronto alla diminuzione rapida dell'acutezza visiva.

Un'altra questione è quella sulla differenza di lucidità d'un oggetto visto in visione binoculare o in visione monoculare. Da lungo tempo era già noto che un oggetto sembra più luminoso se lo guardiamo con entrambi gli occhi¹⁾, ma soltanto il Valerius [18] aveva misurato questa differenza. Con una applicazione bene ideata del fotometro del Foucault esso trovò: 1) che la proporzione della lucidità d'uno stesso oggetto visto successivamente e con tutti e due gli occhi e con un occhio solo sembra quasi indipendente dal valore assoluto dell'illuminazione, e: 2) che la proporzione (per luce debole, come la luce di candela o dell'illuminazione a gas) non oltrepassa 1,15 a 1, esprimendo il vantaggio della visione binoculare in confronto alla visione monoculare.

Questa proporzione però considera l'occhio in toto, ed è dunque un fatto nuovo, risultante dalle mie prove, questo, che ci deve essere una differenza notevole in questa proporzione secondo che si compara la visione centrale binoculare a quella monoculare, o che si compara la visione periferica binoculare a quella monoculare. I miei esami danno soltanto delle date relative, ma queste pure mostrano evidentemente che:

¹⁾ l'Helmholtz (Handbuch der physiologischen Optik, II. Auflage pag. 941) annota che la differenza è relativamente molto piccola, appena visibile per certi occhi.

Quanto piccolo è — in riguardo alla lucidità — il vantaggio della visione binoculare nella visione *diretta*, tanto grande è il vantaggio della visione con entrambi gli occhi nella visione *indiretta*.

Si capisce che questo fatto sta in rapporto diretto colla diminuzione periferica della sensibilità per la luce. Se una certa quantità di luce fa una impressione forte nel centro di una retina, è quasi superfluo il rinforzamento dell'impressione prodotto dalla percezione simultanea coll'altro occhio; nella periferia della retina invece questa stessa quantità di luce produrrà una impressione relativamente molto debole, di guisa che in questo caso per la percezione di questa luce è molto desiderabile il soccorso mutuo dei due occhi.

Per dimostrare il fatto accenno due esempi. Guardiamo da vicino¹⁾ una tapezzeria con un disegno che contrasti poco dal fondo. Se poi fissando uno di questi disegni escludiamo l'uno degli occhi, vedremo rimanere distinti i disegni vicino a quello fissato; invece sembrano sparire gli altri quanto più sono lontani dal centro. — Nella Regia Pinacoteca di Torino si trova un dipinto del Rembrandt, rappresentante un vecchio dormiente²⁾ nell'oscurità di una camera, appena rischiarata da uno scarso fuoco sul suolo. Fissiamo la mano destra dell'uomo che posa a mezzo nel suo mantello, ed escludiamo poi uno degli occhi; ci sembra allora estinto il fuoco, e dalla camera diventata infatti più oscura ancora si solleva per il contrasto fra il centro e la periferia di più la figura del dormiente.

Anche il disegno della Tavola XI servirà a provare la differenza annotata. (Si fissi a ciò la piccola croce in mezzo in una distanza di 15 cm.)

Mi pare che si dovrebbe tenere conto del nostro fatto anche nell'apprezzamento della perdita di un occhio, essendo un danno di più mancando il soccorso per le percezioni periferiche dell'occhio rimasto solo.

¹⁾ Per accorgersi facilmente del contrasto è meglio per tutte queste prove di avvicinarsi agli oggetti a circa 50 cm. perchè sia piccolo il campo della visione centrale.

²⁾ Sala quattordicesima — No. 393 del catalogo.

2. *Le immagini monoculari.*

Le nostre esperienze mostrano che nelle immagini monoculari, che sono percepite colla esclusione della visione binoculare, si trovano veramente i caratteri che a loro sono propri secondo le sole condizioni ottiche relativamente alla posizione speciale dei due occhi. Come menziona l'Helmholtz già l'Euklide, il Galeno, il Porta, l'Aguilonius avevano annotato che le immagini che ricevono i due occhi da un oggetto corporeo devono essere un poco diverse fra di loro. Sebbene la dottrina della visione stereoscopica si sia occupata ampiamente di questa differenza, pure non si è parlato che una simile differenza avviene già nella visione semplice, non stereoscopica, e non si notò il carattere speciale di questa differenza, cioè di questo che conseguentemente da un oggetto trovantesi al lato del piano mediano, l'occhio equilatero riceve una immagine maggiore di quella dell'occhio del lato opposto. Come l'abbiamo mostrato nella teoria esposta nella terza parte del nostro lavoro, questo è un postulato della diottrica binoculare. Nondimeno era necessario di esaminare se in realtà è possibile di accorgersi delle differenze pure piccole fra le immagini monoculari d'un oggetto laterale; perchè poteva darsi che le sfere di sensibilità nelle retine fossero troppo poco fine per rilevare queste differenze, in modo che sfugissero alla percezione. Si poteva aspettarsi che almeno questo caso avvenisse nella visione indiretta, perchè, come l'hanno dimostrato Aubert e Förster [19], Dobrowolsky e Gaine [20], Groenouw [21] ed altri, i cerchi di sensibilità aumentano presto verso la periferia della retina. Eppure vediamo dalle nostre esperienze che non soltanto nella visione centrale ma anche in quella periferica ci possiamo accorgere delle differenze fra le due immagini monoculari, le quali anzi, con una precisione sorprendente, sono trasmesse ai centri cerebrali. Questo fatto però è forse di una importanza più notevole, come vedremo fra poco.

Prima però voglio ritornare un momento sullo studio del Schön [9]: sui fatti della proiezione di oggetti visti nella visione indiretta. Sebbene — come abbiamo accennato nelle note preliminari — il Schön abbia dimostrato che nella parte nasale della retina l'eccitabilità d'un punto distante dalla macula è maggiore di quella d'un punto equi-

distante nella parte temporale, questo fatto pure dice soltanto che le linee di eccitabilità uguale nella retina non sono cerchi concentrici attorno la macula, ma sono linee più o meno ovali, concentriche ai limiti noti del campo visivo. E l'osservazione del Schön non dà il diritto di supporre — come lo fa lui — che la parte nasale della retina abbia proprio una sensibilità più fina che la parte temporale. Veramente dimostrano le nostre esperienze che non si può dire generalmente — come pure lo dice il Schön — che dalle due impressioni fornite da due punti corrispondenti questa nella parte nasale è sentita — più intensamente — perchè le esperienze a pag. 15 (posizione 2. β), pag. 16 (posizione 3. β), pag. 18 (posizione α , 2.), pag. 19 (posizione β , 2.), pag. 26 (posizione 2. β), pag. 26 (posizione 4. β) dimostrano che in certi casi (vedi parte teoretica, principio della visione binoculare indiretta V., a pag. 9) delle due impressioni fornite da uno stesso oggetto, visto in visione binoculare indiretta, può essere anzi più forte l'impressione sentita nella parte temporale della retina. Il punto decisivo quindi non esiste in ciò: quale delle immagini monoculari dello stesso oggetto

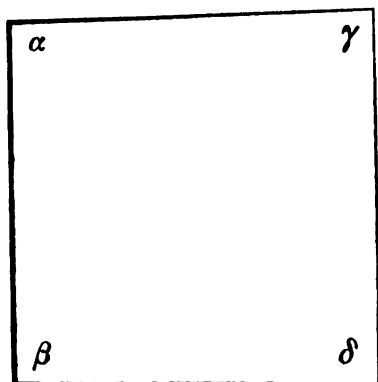


Fig. s.

cada sopra un punto retinico nasale o temporale ma, e ciò è più importante, quale di queste immagini — per ragioni ottiche — sia più grande.

Come ho già detto mi pare importante il fatto che le piccole differenze fra le due immagini monoculari d'un oggetto laterale siano trasmesse con accuratezza ai centri cerebrali.

Per fare apprezzare bene il fatto voglio ancora dare il risultato d'un esame con un oggetto quadrato di 30 mm.². Se fisso il centro di questo quadrato in una posizione di esso a 40° a sinistra (nel meridiano orizzontale), l'immagine dell'occhio sinistro si presenta nel modo indicato dalla figura s., con un lato destro un po' più grande del lato sinistro e con gli angoli α e β leggermente ottusi, gli angoli γ e δ invece un po' acuti ($\angle \gamma < \angle \delta$).

L'immagine dell'occhio destro invece si presenta come la figura d, cioè in toto evidentemente più piccolo, essendo appunto un po' più grande il lato sinistro, ed acuto un poco l'angolo α . L'oggetto sta, come in tutte le nostre prove verticalmente ad una linea che va dal centro dell'oggetto al mezzo della linea base (vedi la figura 3). La differenza nella grandezza dei lati dipenderà probabilmente da ciò che nella posizione indicata dell'oggetto, sta per l'occhio sinistro un po' più lontano il lato destro; per l'occhio destro invece il lato sinistro, quale parte più distante produrrà dei circoli di diffusione più grandi (lato più grande dell'immagine). La differenza negli angoli dipenderà in modo simile dalla prospettiva, e forse anche da fatti di astigmatismo entrando nella visione pure indiretta delle parti laterali.¹⁾

Ciò che ci interessa in queste immagini è qui soltanto la loro differenza bene pronunciata. Vediamo adesso come si presenta la differenza nell'organo nervoso centrale.

Secondo lo stato attuale della nostra scienza lo schema per la percezione d'un oggetto quadrato visto in vicinanza in posizione centrale sarebbe lo seguente — vedi Tavola X, fig. 1.

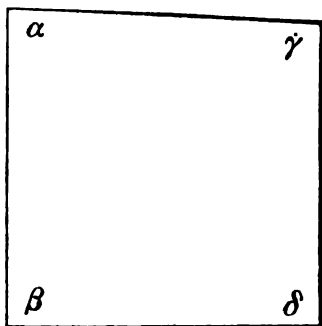


Fig. d.

Si vede che le immagini retiniche dei due occhi (uguali fra di loro, ma assimetriche in riguardo al centro — vedi il secondo principio della teoria) producono in ciascuno emisfero cerebrale una impressione uguale ma composta di due parti ineguali (corrispondente all'assimetria dell'immagine). La parte più forte dell'impressione in tutti e due gli emisferi è trasmessa per i fasci incrociati — la parte più debole per i fasci non incrociati. In questa disposizione delle impressioni mi pare esista appunto un segnale importante, come si intenderà meglio considerando adesso il caso d'un oggetto laterale (come il nostro caso speciale delle immagini d'un oggetto quadrato di 30 mm.² visto a 40° a sinistra). Vedi Tavola X, fig. 2.

¹⁾ Il Peschel [22] però ha mostrato che l'astigmatismo della visione indiretta è molto minore di quello che si aspetterebbe secondo le esperienze con semplici lenti.

Ora le immagini retiniche dei due occhi (inequali fra di loro ed assimetriche in riguardo al centro) producono in ciascuno emisfero cerebrale una impressione, la quale considerata in toto sebbene forse di una intensità uguale in entrambi gli emisferi, pure presenta un carattere molto diverso nella metà destra e nella metà sinistra. Nell'emisfero destro l'impressione consiste di una parte molto preponderante incrociata (o. s.) e di una piccola parte non incrociata (o. d.); l'impressione nell'emisfero sinistro invece consiste di due parti meno diverse, ma pure predominante qui al contrario la parte non incrociata (o. s.).

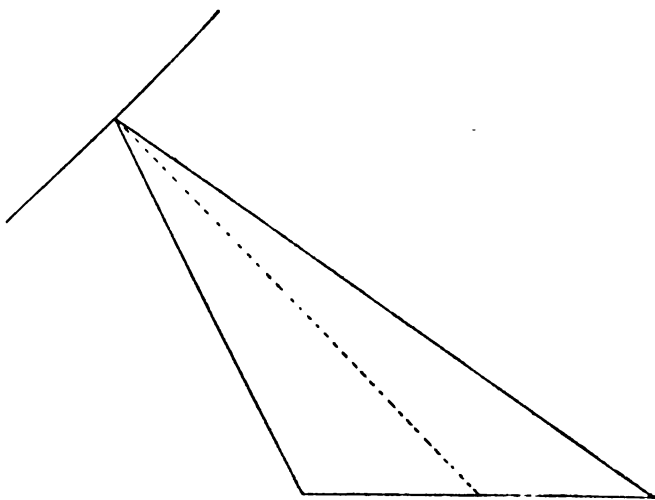


Fig. 3.

Nel caso d'un oggetto mediano la percezione che arriva alla nostra coscienza (associazione fra i due emisferi) si compone dunque da due impressioni di carattere uguale, delle quali pure ciascuna in modo simile è composta di due parti ineguali, ma in maniera che nell'associazione questa assimetria omonima delle immagini cerebrali si riduce a nulla. Nel caso d'un oggetto laterale la percezione entrando nella coscienza è composta invece di due impressioni di carattere diverso, delle quali ciascuna in modo nuovamente diverso è composta di due parti ineguali di guisa che nell'associazione questa assimetria eteronima delle immagini cerebrali al contrario si rinforza.

Questa spiegazione è molto schematica ma mi sembrava necessario di darla per dimostrare che, malgrado la semidecussazione¹⁾ le differenze che abbiamo trovato nelle immagini monoculari di uno stesso oggetto quadrato laterale non spariscono nei centri cerebrali ma provocano anche qui delle differenze corrispondenti, differenze che secondo la mia opinione rappresentano forse un primo segnale importante per l'orientazione. Questo segnale sarebbe quindi indipendente da questo altro segnale che ci orienta sopra la posizione laterale d'un oggetto, il quale altro segnale consiste nel senso di innervazione dei muscoli che guidano gli occhi all'oggetto.

In questi due segnali è forse data la base delle due proiezioni nei casi di strabismo.

Mi pare inoltre probabile che nello sguardo laterale per motivo della grandezza maggiore trovata nelle immagini dell'occhio equilatero, anche nel campo visivo binoculare praedomina pure l'occhio del lato corrispondente.²⁾ Per la visione di oggetti nel meridiano mediano i due occhi sono in condizioni eguali. Ma come annota il Tscherning [3] sembra che, almeno nella proiezione anche d'una immagine mediana, di solito si trova una tendenza di preferire l'uno degli occhi all'altro (oeil directeur).

3. *L'immagine binoculare. Identità e corrispondenza.*

Sebbene tante delle nostre prove dimostrano che in molte posizioni dell'oggetto osservato le immagini monoculari di questo stesso quadrato sono di una diversità sorprendente, pure nella immagine binoculare non ci accorgiamo di queste differenze. D'altra parte nell'esclusione mutua di uno degli occhi si riesce di osservare anche le differenze le più piccole che compaiono in posizioni più mediane dell'oggetto.

Che cosa ci insegna questa proprietà?

La percezione delle piccolissime differenze nell'uso mutuo dell'uno o dell'altro degli occhi è possibile soltanto se questi due strumenti

¹⁾ Accertata adesso anche dai preparati di anatomia normale — vedi Bernheimer [23].

²⁾ Mi sembra anche per questa ragione che „das imaginäre Cyclopenauge“ — vedi Hering [2] — è da rigettare per la spiegazione dei fatti di visione binoculare.

servendo alla misura comparativa sono non solo esattissimi ma anche costruiti in modo eguale. In questo senso si può parlare di una identità retinica, ciò che non dice niente altro che gli occhi nell'uomo, come in tutta la serie di animali con una simetria bilaterale, hanno una struttura anatomica equivalente (come gli altri organi doppi del corpo). Questa identità esistente anche negli animali che non hanno una visione binoculare non esprime dunque nulla su i rapporti fra i due occhi.

Se poi, come anzitutto nell'uomo, gli occhi vengono in una posizione nella quale una parte grande degli stessi oggetti esterni forma delle immagini e nell'uno e nell'altro occhio, è dato con ciò il momento per lo sviluppo di una certa relazione fra i centri nervosi dei due emisferi che adesso parzialmente contengono delle impressioni simili. Il termine *corrispondenza* è il migliore per esprimere questa relazione nuova.

È adesso evidente che una corrispondenza esatta può formarsi soltanto fra due impressioni esatte ed eguali, quindi sotto le condizioni seguenti:

Come per la produzione d'una immagine chiara di un oggetto è necessario che la linea visiva sia diretta verso questo oggetto, così occorre per la visione binoculare che le linee visive e dell'uno e dell'altro degli occhi siano dirette verso lo stesso oggetto (s'incrocino nell'oggetto), se l'immagine dell'oggetto deve essere ugualmente chiara in tutti e due gli occhi (impulso alla convergenza). Perchè inoltre le due immagini monoculari non siano soltanto chiare entrambe ma anche uguali di grandezza, è necessario anche che gli occhi abbiano una posizione simetrica in riguardo all'oggetto (impulso a dare alla testa una posizione di guisa che l'oggetto fissato si trovi nel piano mediano).

Le condizioni per una corrispondenza esatta sono quindi nello stesso tempo condizioni sotto le quali le immagini nei due occhi cadono sopra punti retinici identici, una combinazione questa però che pure non dà il diritto di dire vice versa che tutti i punti retinici identici sono punti corrispondenti (Deckpunkte), una combinazione anche che non nega esplicitamente che le impressioni da punti retinici non identici pure possano essere in corrispondenza. Che al contrario esiste una

corrispondenza nel senso ulteriore è appunto provato anche per le nostre prove. Si può dire anzi che è una qualità caratteristica della corrispondenza essere essa meno stretta che la identità delle retine, perchè, come ho accennato prima, nella immagine binoculare non ci accorgiamo delle differenze che in ogni posizione fuori del meridiano mediano pure esistono fra le immagini monoculari.

Come quindi la corrispondenza non è legata ad una uguaglianza perfetta delle impressioni, così anche non esiste soltanto fra impressioni perfettamente chiare (visione centrale) ma anche in un certo grado fra le impressioni della visione indiretta. Come ho accennato nelle note preliminari, il Mandelstamm ed il Schoeler hanno pure trovato dei limiti stretti in questo riguardo. I due autori, e così pure il Fischer [24], trovavano più forte la cooperazione armonica nella parte superiore delle retine. Questo fatto, e la convergenza in basso dei meridiani apparentemente verticali¹⁾ ci insegnano che lo sviluppo della corrispondenza ha il suo punto d'origine non nella „Primärstellung“ degli occhi, ma nella metà inferiore del campo di sguardo binoculare. In questo campo anche abbiamo per lo più abituato il movimento associato delle linee visive (attenzione sul suolo e sugli oggetti da pigliare colle mani — posizione degli occhi col leggere e scrivere). Nello stesso senso ho trovato i miei occhi per la maggior parte in equilibrio perfetto nella fissazione degli oggetti quadrati in posizione in basso e pure nel centro del meridiano mediano. Invece potevo osservare un leggero squilibrio in divergenza nella fissazione in posizione in alto come anche in posizione molto laterale degli oggetti fissati.

Questo leggero squilibrio insieme coi movimenti di rotazione all'infuori (digressione dalla legge del Listing formandosi colla convergenza) si esprime anche nei leggeri cambiamenti di forma della immagine binoculare annotati nei quadri delle esperienze.

La dimostrazione della normale esistenza di una corrispondenza anche fra immagini da punti retinici ineguali fa prevedere la possibilità, che, anche nei casi di strabismo, dove necessariamente sono molto eterogenee in ciascuna posizione le due immagini monoculari

¹⁾ Vedi la spiegazione interessante che ne dà il Jaesche [25].

d'uno stesso oggetto, si potesse sviluppare pure una certa corrispondenza od in altri termini, una certa visione binoculare. Delle considerazioni interessanti sopra questo punto si trovano nel lavoro di Bielschowsky [26]: „Untersuchungen über das Sehen der Schielenden“. Non posso più entrare in questo problema, che anche lascio volentieri ad allievi più competenti della scuola dell'illustre maestro Reymond, e soltanto voglio accennare ancora, che in ciascuna di tali questioni anzitutto sarà necessario di fare una differenza precisa fra identità delle retine (nel solo senso di una struttura identica) e corrispondenza (atto cerebrale, relazione fra le due immagini cerebrali).

Essendo l'identità nel nostro senso una qualità degli occhi acquistata già in un grado molto precedente della filogenesi, non c'è da pensare che per ragione di una sola posizione anormale degli occhi si potesse cambiare questa identità, e perciò mi pare inopportuno di parlare, fosse anche soltanto nel senso figurativo — di una „identità nuova“, die una „pseudofovea“ o „fovea vicaria“.

La frequenza stessa dei casi di strabismo è una espressione per il fatto che lo sviluppo della visione binoculare invece è un acquisto, molto più recente. Sebbene anche le vie centrali della corrispondenza si troveranno già formate colla nascita nel bambino, è pure in questa regione della visione più facilmente possibile lo sviluppo di un uso anormale di queste vie, se questo sviluppo di una corrispondenza anormale servirà a diminuire gli altri svantaggi in un caso di squilibrio che impedisce lo sviluppo normale della visione binoculare.

Torino, 5. Maggio 1902.

Opere citate.

1. Helmholtz, Handbuch der physiol. Optik. 2. Aufl. 1896.
2. Hering, Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges. In Hermanns Handbuch der Physiologie III. B. 1. Teil. 1879.
3. Tscherning, Optique physiologique. 1898.
4. J. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. 1826.
5. Fechner, Psychophysik. I. Bd. pag. 211—236.
6. Volkmann, Berichte der Kgl. Sächs. Ges. vom 7. August 1858 (citato secondo l'Helmholtz 1. pag. 684).
7. Mandelstamm, Beitrag zur Lehre von der Lage korrespondierender Netzhauptpunkte. Archiv für Ophthalmologie. XVIII. Bd. 2. Abt.
8. Schoeler, Zur Identitätsfrage. Arch. f. Ophth. XIX. Bd. 1. Abt.
9. Schön, Zur Lehre v. binocularen indirekten Sehen. Arch. f. Ophth. XXII. B. 4. Abt.
10. Helmholtz, Ueber den Horopter. Arch. f. Ophth. X. Bd. 1. Abt.
11. Reymond, Sui rapporti dell'Accomodamento colla Convergenza. Torino 1884.
12. Gaudenzi, Di un doppio perimetro aploscopico per gli esami della funzione binoculare e delle sue alterazioni. 1899.
13. Kleiner, Physiologisch-optische Beobachtungen, Abschn. 3. pag. 571. Arch. f. d. gesamte Physiologie des Menschen u. der Tiere. Bd. 18.
14. Schön u. Angelo Mosso, Eine Beobachtung betreffend den Wettstreit der Sehfelder. Arch. f. Ophth. XX. Bd. 2. Abt.
15. Exner, Studien auf dem Grenzgebiete des lokalisierten Sehens. pag. 129. Arch. f. d. ges. Physiol. LXXIII. Bd. 3. Heft.
16. Woinow, Beiträge zur Lehre vom binocularen Sehen. Arch. f. Ophth. XVI. 1.
17. Dobrowolsky u. Gaine, Ueber die Lichtempfindlichkeit (Lichtsinn) auf der Peripherie der Netzhaut. Arch. f. d. ges. Physiol. XII. Bd. pag. 482.
18. Valerius, Beschreibung eines Verfahrens zur Messung der Vorzüge des binocularen Sehens gegen das monoculare, in Betreff sowohl der Helligkeit als Deutlichkeit. Poggendorfs Annalen der Physik u. Chemie. CL. Bd.
19. Aubert u. Förster, Beiträge zur Kenntnis des indirekten Sehens. 1. Untersuchungen über den Raumsinn der Retina. Arch. f. Ophth. III. Bd. 2.
20. Dobrowolsky u. Gaine, Ueber die Sehschärfe (Formsinn) an der Peripherie der Netzhaut. Arch. f. d. ges. Physiol. XII. Bd. pag. 411.

312 J. J. Streiff, Sulla parte che prende l'uno o l'altro occhio alla percezione etc.

21. Groenouw, Ueber die Sehschärfe der Netzhautperipherie und eine neue Untersuchungsmethode derselben. Arch. f. Augenheilkunde. XXVI. Bd. pag. 85.
 22. Peschel, Ueber den Astigmatismus des indirekten Sehens. Arch. f. d. ges. Physiol. XVIII. Bd. pag. 504.
 23. Bernheimer, Die Wurzelgebiete der Augennerven, ihre Verbindungen u. ihr Anschluss an die Gehirnrinde. Graefe-Saemisch, Handbuch d. ges. Aughk. 2. Aufl. 15. Lieferung.
 24. Fischer, Grössenschätzungen im Gesichtsfeld. Arch. f. Ophth. XXXVII. Bd. 1.
 25. Jaesche, Zur Lehre vom binocularen Sehen. Arch. f. Aughk. XXXI. B. pag. 115.
 26. Bielschowsky, Untersuchungen über das Sehen der Schielenden. Arch. f. Ophth. L. Bd. 2.
-

(Aus dem anatomischen Institut in Dorpat.)

Eine seltene doppelseitige Anomalie des Trapezii.

(Mit Tafel XII.)

Von

Herbert von Haefner.

Der m. trapezius (der cucullaris nach Spigel, der m. mensalis der alten Autoren, der dorsus-acromii nach Chaussier) hat in der Litteratur eine genaue Beschreibung gefunden und ist namentlich von Henle in seinem Handbuch der Anatomie klassisch dargestellt worden. Auch die zahlreichen Anomalien dieses Muskels, die sich sowohl auf den occipitospinalen Ursprung, als auch auf eine Teilung in mehrere getrennte Portionen, auf Fehler der einen oder anderen Portion, auf Vereinigung mit benachbarten Muskeln erstrecken, sind früh Gegenstand des Studiums gewesen, jedoch erst von Testut richtig aufgefasst und erklärt worden. Testut ist durch vergleichend-anatomische Studien zu dem Resultate gelangt, dass eine jede bei dem Menschen vorkommende Anomalie bei einem Vertreter der Tierwelt sich als normale Erscheinung zeigt.

Die hier zu beschreibende Anomalie des m. trapezius verlangt einiges Interesse, zumal sich mit Leichtigkeit Betrachtungen sowohl über die Beziehungen dieses Muskels beim Menschen und den niederen Säugern, als auch über die Art und Weise der Auffassung des Trapezii anstellen lassen.

Der vorliegende Fall gehört zu denjenigen Trapezii-anomalien, bei denen es sich hauptsächlich um Verkürzung des occipito-spinalen Ursprungs handelt, d. h. wo der Ursprung des Muskels auf einen geringeren, als gewöhnlichen Raum beschränkt ist. Nach Testuts Meinung sind zweierlei Arten von Muskelanomalien möglich: a) muscles

surnumeraires und b) variations morphologiques de muscles existant normalement. Wir haben es hier mit einer Anomalie der zweiten Art zu thun.

Bevor ich auf eine genaue Beschreibung übergehe, will ich derjenigen Fälle aus der Litteratur Erwähnung thun, die dem zu behandelnden Objecte ähnlich sind.

Der normale Ursprung des Trapezius erstreckt sich von dem Zwischenfelde der beiden oberen Nackenlinien bis zum zehnten oder zwölften Brustwirbeldorn und heftet sich auf diesem Wege an das lig. nuchae, die Dornfortsätze und die ligamenta supraspinalia an. Von dieser Norm sind folgende Abweichungen in der Litteratur bekannt.

Von vielen Autoren ist gefunden worden, dass sich der Trapezius nur bis zur achten oder neunten Rippe erstreckt (Zagorsky, Theile, Meckel, Wood, Macalister). Testut hat in zwei Fällen gesehen, dass er in der cervicalen Region seinen Ausgangspunkt an der Stelle des lig nuchae hatte, die dem proc. spinosus des vierten Halsdornes gegenübersteht. Macalister hat beobachtet, dass der Trapezius von unten nach oben nur bis zur Höhe des fünften Halswirbels reicht. In allen diesen Fällen fehlen sowohl die occipitale, als auch die cervicale Portion des Muskels vollständig. Zagorsky berichtet von einem Fall, wo der Trapezius noch mehr zusammengeschrumpft war und seinen Ursprung einzig an den vier letzten Halswirbeln und den drei ersten Brustwirbeln hatte.

Da auf der rechten Seite des zu behandelnden Präparates die Bündel des Trapezius die clavicula nicht erreichen, will ich auch dasjenige aus der Litteratur anführen, was hierauf Bezug hat.

Quain hat einen Fall constatirt, wo die claviculären Insertionen ganz fehlten. Testut hat einen Fall bei einem Neger gesehen, wo das claviculäre Bündel des Trapezius eine Länge von nur 22 mm hatte.

Nachdem die in der Litteratur vorhandenen Fälle angeführt sind, gehe ich auf eine genaue Beschreibung des Objectes über.

Die Anomalie ist an einer Leiche gefunden worden, die zum Präparieren der Gefässe und Nerven in einzelne Teile zerlegt worden war. Da die Wirbelsäule der Leiche etwas paramedian zersägt wurde, lässt sich bei den an den proc. spinosi ihren Ursprung nehmenden

Muskeln der Ursprung des Trapezius nur an der linken Seite genau constatieren. Ich werde deshalb die Beschreibung der beiden Seiten einzeln vornehmen.

Die linke Seite verhält sich folgendermaassen. Der Trapezius verbindet die Enden der proc. spinosi und die ligamenta supraspinalia vom 5. Hals- bis 4. Brustdorn mit der spina scapulae von der basis spinae beginnend bis zum Ende derselben, mit dem Acromion und mit dem 4 cm langen acromialen Ende der clavicula. Der Ursprung des Muskels hat eine Ausdehnung von ca. 13 cm. Er beginnt am proc. spin. des 5. Halswirbels kräftig sehnig. Die Sehnenfasern sind hier ca. $3\frac{1}{2}$ cm lang und behalten diese Länge bis zum proc. spin. des 2. Brustwirbels, von wo ab sie sich allmählich geradlinig bis zum 4. Brustwirbel auf 1 cm verkürzen. Es ist also auch hier das im normalen Zustande vorkommende speculum rhomboideum vorhanden. Die Sehnenfasern gehen fast überall senkrecht von der Wirbelsäule ab, nur am oberen Ende sind sie ein wenig nach unten, am unteren ein wenig nach oben gerichtet. Die Ansatzlinie hat eine Länge von 15 cm. Sie beginnt $2\frac{1}{2}$ cm vom vertebralen Rande der scapula auf der spina scapulae und reicht bogenförmig bis zum acromialen Ende des Schlüsselbeines bis auf 4 cm. Die Insertion ist an der spina und dem acromion sehnig, an der clavicula fleischig. Die Länge der Sehnenfasern ist durchschnittlich 4—5 cm. Der Muskel hat ungefähr die Form eines Trapezes, da die Ursprungslinie zu den Rändern perpendikulär ist und die Ansatzlinie die Ränder in einer geschwungenen Linie schräg schneidet. Der in seinem Verlaufe 8—9 cm breite Muskel lässt eine Teilung in einzelne Portionen nicht bemerken; seine Fasern sind durchweg einander parallel. Der Eintritt der Nerven findet an der Stelle des Trapezius statt, die dem angulus medialis scapulae gegenüberliegt. Da im besprochenen Falle der Trap. einen weit kleineren, als gewöhnlichen Umfang hat, so lässt er auch mehr von der zweiten Schicht der Rückenmuskulatur erblicken, als es bei der Norm der Fall ist. Bedeckt werden vom Trap. nur: die Insertionsstelle des levator scapulae, der rhomboideus minor, der vertebrale Teil der cranialen Hälfte des rhomb. major, der supraspinatus und die unteren Partien der hinteren Halsmuskeln. Bei Zerrung des Trap. wird der Schultergürtel

gehoben und der Wirbelsäule genähert, wobei der untere Winkel des Schulterblattes sich dreht, sich aber nicht von seinem Orte entfernt.

Das, was über den Ursprung des Trap. auf der linken Seite gesagt worden ist, bezieht sich wohl auch auf die rechte Seite, doch lässt sich hier, wie oben mitgeteilt, der genaue Ursprung nicht mehr constatieren. Der Trap. der rechten Seite ist im allgemeinen etwas schwächtiger, als der linke, und inseriert hier nur an der spina und dem acromion, während kein Muskelbündel bis zum Schlüsselbeine reicht. Die Insertion beginnt hier schon auf der Basis spinae mit einer ca. 5 cm breiten Sehnenpartie, die sich am Ende der Ansatzlinie, d. h. bis zur facies articularis acromii, bis auf 2 cm verkürzt. In Form und allem übrigen gleicht der rechte Trapezius dem linken fast vollständig. Kurz erwähnen will ich nur noch eine Anomalie des latissimus dorsi, die sich auf der rechten Seite der Leiche vorfindet. Vom 6. Brustwirbeldorn geht ein ca. 2 cm breites Muskelband ab, das an der Wirbelsäule mit dem latissimus verbunden ist, sich dann aber von ihm ablöst und am vertebralen Rande der scapula etwas über dem unteren Winkel derselben inseriert, wobei Sehnenfasern dieses Muskelbandes den teres major erreichen. — Man könnte diesen Muskel *M. rhomboideus minimus* benennen. Ein etwas schmäleres Muskelbündel zieht vom unteren Winkel des Schulterblattes, caudal vom erstgenannten Bande beginnend, ab und verliert sich in der fossa axillaris in den oberen Rand des latissimus. Es ist dieses der als Portio scapularis bekannte accessorische Fascikel. Bei der Beobachtung einer Anomalie des Trapezius muss man immer auch das Verhalten des sternocleidomastoideus beachten, und umgekehrt; denn beide Muskeln sind Verwandte, wie die Entwicklungsgeschichte und auch die Nervatur beider Muskeln belehrt. Im vorliegenden Falle verhielt sich der Kopfnicker beiderseits normal. Hervorgehoben sei noch, dass am Präparat eine Teilung des sternocleidomastoideus in vier Portionen, wie sie W. Krause gezeigt hat, durchführbar war.

Nach der oben angeführten Meinung Testuts, dass eine jede Muskelanomalie des Menschen bei einem Vertreter der Tierwelt als Norm erscheint, ist es jetzt zur Würdigung und zum Verständnis der

vorliegenden Anomalie Aufgabe, eine ihr ähnliche oder gar gleiche Erscheinung als normal bei einer oder mehreren Tierklassen zu finden.

Da zu einem Vergleiche der Muskeln des Menschen und der Tiere nur homologe Gebilde möglich sind, sich aber ein so umfangreicher Muskel, wie der Trap. des Menschen, einige Ausnahmen abgerechnet, bei der Tierwelt nicht vorfindet, so müssen zuerst die homologen Teile vergleichend-anatomisch gefunden werden.

Ich lehne mich hierbei ganz den Ausführungen von Streissler in seiner Arbeit „Zur vergleichenden Anatomie des M. cucullaris und M. sternocleidomastoideus“ an. Streissler kommt auf vergleichend-anatomischem Wege zu dem Resultate, dass der cucullaris der Affen und des Menschen kein einheitlicher Muskel ist, sondern aus drei Muskeln besteht, dem dorsoscapularis superior, inferior und dem Cleidooccipitocervicalis, welch letzterer als fremdes Element sich den beiden Dorsoscapulares angegliedert hat und eigentlich dem Gebiete des sternocleidomastoideus angehört. Als cleidooccipitocervicalis wird derjenige Teil des Trap. aufgefasst, der die absteigenden Fasern in sich schliesst, als dorsoscapularis superior die die transversalen, als dorsoscapularis inferior die die aufsteigenden Fasern enthaltende Portion. Mit den gleichen Namen bezeichnet Streissler die Rückenmuskeln der Tiere entsprechend der Richtung der Fasern, dem Ursprung und Ansatz.

Auf Grund dieser Einteilung des Trapezius des Menschen lassen sich Vergleiche mit der Muskulatur der Tierwelt anstellen. Da wir es nun im vorliegenden Falle in der Hauptsache mit dem Teile des cucullaris autor. zu thun haben, der die transversalen Fasern enthält, so wären Beispiele aus der Tierwelt heranzuziehen, wo ein Rückenmuskel, der transversale Fasern hat, als selbständiger Muskel auftritt. Dieses ist der Fall bei der Fledermaus und der Katze, bei welchen Tieren auch der Ursprung des betreffenden Muskels ähnlich dem des vorliegenden Objectes ist. Bei der Fledermaus nimmt ein Muskel seinen Ursprung von den Dornfortsätzen der ersten vier Brustwirbel und erstreckt sich mit parallel und transversal verlaufenden Fasern bis zur spina scapulae. Analog verhält sich ein Rückenmuskel der Katze, der seinen Ursprung an den Dornfortsätzen des 5. Hals- bis 3. Brustwirbels hat und an der spina scapulae inseriert. Aehnliche

Muskelplatten finden sich auch bei anderen Säugern, nur dass der Ursprungsort entweder mehr cranialwärts oder mehr caudalwärts gerückt ist. In allen diesen Fällen haben wir es mit dem dorsoscapularis superior der Tiere zu thun. Für die vorliegende Anomalie sind nun charakteristisch: die transversal und einander parallel verlaufenden Fasern, der Ursprung an den unteren Hals- und oberen Brustwirbeln, das speculum rhomboideum und der Ansatz an der spina scapulae; es wäre mithin nicht unrecht, den anormalen Muskel als ein dem dorsoscapularis superior der Tiere homologen Muskel anzusehen. Mit Streissler hätten wir eine menschliche Leiche, bei der cleido-occipitocervicalis und dorsoscapularis vollständig fehlen. Das Nichtvorhandensein dieser beiden Muskeln könnte wohl auch zum Beweise der Dreiteilung des M. trapezius herangezogen werden.

Litteratur.

1. Dr. A. Rauber, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. 1902.
 2. L. Testut, Traité d'anatomie humaine. 1889.
 3. Dr. J. Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. 1855.
 4. Carl Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. 1898.
 5. Dr. R. Wiedersheim, Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 1898.
 6. L. Testut, Les anomalies musculaires chez l'homme. 1884.
 7. E. Streissler, Zur vergleichenden Anatomie des M. cncularis und M. sternocleidomastoideus. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung. 1900. S. 335—365.
-

Die paradoxe Drehung der Froschgastrulae bei Plattencompression.

Von

Keyssellitz.

(Mit 6 Figuren im Text.)

Oskar Schultze¹⁾ hat in einer seiner letzten Arbeiten „Ueber die Notwendigkeit der freien Entwicklung des Embryo“ festgestellt, dass „bei hochgradiger Zwangslage die Eier schon sehr früh unter Durchbruch des weissen Dotters und abnormen Furchungserscheinungen zu Grunde gehen. Sie erreichen nicht das Gastrulastadium“. Nur dann, wenn keine vollständige Zwangslage besteht, schreitet die Entwicklung weiter fort.

Dabei hat sich als ein, wie mir wenigstens scheint, in kritischer Beziehung ausserordentlich wichtiges Resultat ergeben, dass in einer Anzahl von Fällen der Urmund, „unten angelangt, statt, wie das der Norm entspricht, im entgegengesetzten Sinne sich zurückzudrehen, in gleichem Sinne weiter — also auf der entgegengesetzten Seite weiter aufwärts — bewegt wird“.

Schultze erhielt dadurch die auf dem Rücken liegenden Embryonen, welche nach Roux nur bei einer Zwangslage, in der das Ei sich nicht im Ganzen drehen kann, zur Beobachtung kommen sollen.

Roux²⁾ tritt diesem seinen Anschauungen widersprechenden Befund O. Schultzes entgegen.

¹⁾ O. Schultze, Ueber die Notwendigkeit der freien Entwicklung des Embryo. Arch. mikr. Anat. Bd. 55. 1899. S. 202—230. Taf. VIII. 6 Textfig.

²⁾ W. Roux, Bemerkungen zu O. Schultzes Arbeit über die Notwendigkeit der „freien Entwicklung“ des Embryo etc. Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. IX. 1900. S. 479—493.

Er führt aus: O. Schultzes Versuch sei durch Wenden der Platten in der Morulation um 180° — es wurde dies zur Prüfung der Zwangslage gethan — ein wesentlich anderer, als der seine geworden.

„Ein derartiger schwerer Eingriff“ sei von ihm vermieden worden. Es ergebe sich so eine neue Beobachtung, dass nämlich „Eier, welche mit starkem aber nicht vollkommenen Zwang in für den Anfang normaler Lage aufgesetzt, dann nach der Morulation eine grosse Anzahl von Stunden umgekehrt aufgestellt werden, bis sie im Laufe von 10 bis 14 Stunden sich in der Hülle mit der braunen Seite wieder nach oben gedreht haben (und dann vielleicht nochmals umgedreht werden?) *Embryonen liefern, die (wie ich sagen will) eine ‚paradoxe Drehung‘ ausführen, indem sie sich mit der Medullarseite statt aufwärts nach abwärts ‚drehen‘.*“

Roux meint demnach, dass sich aus Schultzes Beobachtung nichts entnehmen lässt, was seine Anschauung über die Anlage der Medullarplatte irgendwie erschüttern kann.

Allein Roux's Einwände sind nicht stichhaltig, wie sich aus der folgenden Untersuchung ergeben wird. Denn die auf Rücken liegenden Embryonen werden auch erhalten bei Eiern, welche während der ganzen Dauer der Morulation und Gastrulation in normaler Lage unter starkem, aber nicht vollkommenem Zwang sich befinden.

Zwar dürfte schon Schultzes Versuch für den unbefangenen Leser recht beweiskräftig sein. Denn die Eier, welche sich in Pflüger'scher Zwangslage befanden, wurden 19 Stunden nach der Befruchtung umgedreht, so dass der weisse Pol nach oben stand, drehten sich dann innerhalb 14 Stunden, also ausserordentlich langsam, in den Hüllen zurück und befanden sich in der 33. Stunde wieder in normaler Lage. Zu dieser Zeit muss die dorsale Lippe schon vorhanden gewesen sein, da bei anderen Eiern aus demselben Versuch die Gastrulation am Ende der 29. Stunde schon angefangen hatte.

Da nun Schultze diese Thatsache nicht direkt hervorgehoben hat und infolgedessen die Erschliessung derselben aus den von ihm mitgeteilten Zeit- und Entwicklungsangaben bezweifelt werden kann, ausserdem noch die allerdings sehr unwahrscheinliche Möglichkeit vorliegt, dass durch Drehung der Eier in der Morulation ein gewisser

Einfluss auf das erzielte Resultat ausgeübt worden ist, erscheint es notwendig, die Gastrulation von Eiern mit von vornherein normaler Stellung bei absoluter Zwangslage zu untersuchen, um die Richtigkeit von Schultzes Ausführungen darzulegen und Roux's Einwände zurückzuweisen.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich Herrn Dr. Kopsch, der, wie ich aus seinen Protokollen und Zeichnungen ersehe, bereits im Jahre 1896 die auf dem Rücken liegenden Embryonen beobachtet hat und zwar bei Plattenpressung; wie später Schultze, konnte er feststellen, dass der ganzen Erscheinung eine der Norm entgegengesetzte Drehung vorausgeht. Der Rat Roux's, Kopsch solle doch die Pflüger'sche Zwangslage erlernen, um die Anlage der Medullarplatte auf der unteren hellen Hemisphäre zu sehen, kommt daher zu spät.

Versuchsanordnung.

Zur Anstellung der Versuche kann entweder die Pflüger'sche Zwangslage oder Plattencompression gewählt werden. Ich entschied mich für letztere, da ja O. Schultze mit der ersteren gearbeitet hat und weil bei letzterer die flachen Glasflächen eine scharfe Beobachtung gestatten.

Eine Anzahl von Objectträgern, denen an ihren Enden mittelst Krönig'schen Lackes Glasstreifen von bekannter Stärke aufgeklebt sind, werden bereit gelegt und die dem Uterus der *Rana fusca* mit einer Nadel entnommenen Eier mit dem weissen Pol nach unten aufgesetzt, ein Tropfen Sperma auf die dunkle Hemisphäre gebracht, eine zweite Platte darüber gedeckt und beide Platten, um sie an einander zu pressen, mit Gummiringen umschnürt. Etwa 3 bis 5 Minuten nach der Befruchtung werden die Platten, zwischen denen nur je ein Ei sich befindet, in eine bereit stehende Schale mit Wasser gebracht, das eine Durchschnittstemperatur von 12 bis 15° C zeigt und nach 24 Stunden gewechselt wird. Sobald sich auf der Unterseite des Eies die erste Einstülpung bemerkbar macht, wird mit Hilfe des Zeichenapparates eine Zeichnung entworfen und dies von Zeit zu Zeit fortgesetzt bis zur Anlage der Medullarplatte. Zu diesem Zwecke werden die Platten der Schale entnommen und auf etwa eine Minute um-

gekehrt. Besonders sei noch bemerkt (um Missverständnissen vorzubeugen), dass die Platten in die Schale wieder zurückgelegt werden und zwar so, dass der weisse Pol nach unten sieht. Die Eier befinden sich also mit Ausnahme von höchstens 10 Minuten während des ganzen Verlaufes ihrer Entwicklung in normaler Lage.

Beschreibung.

Der Versuch wurde am 20. März 1903 angestellt. Infolge der lang andauernden Kälte waren gepaarte Frösche überhaupt erst vom 17. März an zu beobachten. Gegen $\frac{1}{2}$ 2 Uhr mittags werden 10 Eier zwischen Platten comprimiert und in Wasser von 15° C gelegt. Sie

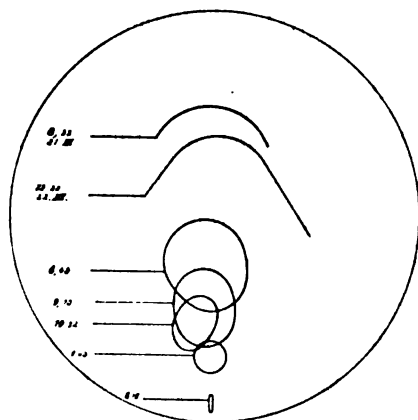


Fig. 1.

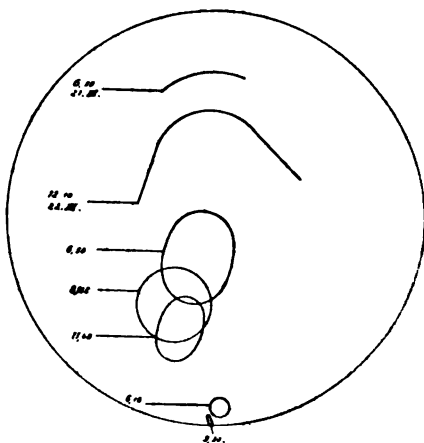


Fig. 2.

sind an ihren Polen deutlich abgeplattet. Am 21. März zeigt sich an allen Eiern um 6 Uhr nachmittags die erste Urmundanlage; bis um $\frac{1}{2}$ 1 Uhr nachts hat sich der Urmund erheblich vergrößert, die dorsale Lippe ist ein Stück nach abwärts gerückt. Am andern Morgen, also am 22. März gegen $\frac{1}{2}$ 7 Uhr befindet sie sich an 6 Eiern (Plattenabstand 1,35; 1,35; 1,30; 1,50; 1,55; 1,60) etwa in der Mitte der unteren Eihälfte (vergl. Fig. 1, 2, 3, 5), an dreien ist sie (rein beschreibend ausgedrückt) in einiger Nähe der ersten Einstülpung liegen geblieben (Plattenabstand 1,60; 1,35; 1,35); überall hat sich die ventrale Lippe angelegt und der Urmund Ringform angenommen. Bei einem Ei steht die Entwicklung still (Plattenabstand 1,35). Bei jeder folgenden

Aufzeichnung liegt der Blastoporus, der immer annähernd rund bleibt, an den zuerst genannten 6 Eiern ein Stück weiter von der Mitte der unteren Hemisphäre entfernt, sein Lumen ist jedesmal kleiner ge-

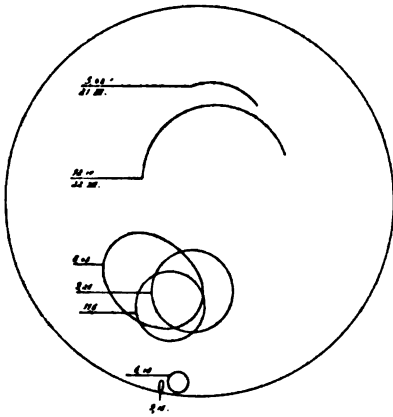


Fig. 3.

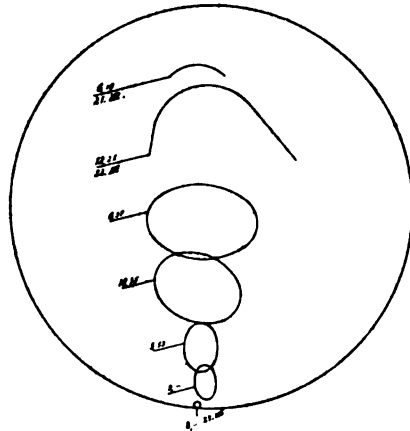


Fig. 5.

worden. Rein descriptiv gesprochen vergrößert sich der Abstand des Urmundes von seiner ersten Anlage an beständig. An den 3 anderen Eiern kommt die ventrale Lippe eine Zeitlang auf die gleiche Stelle

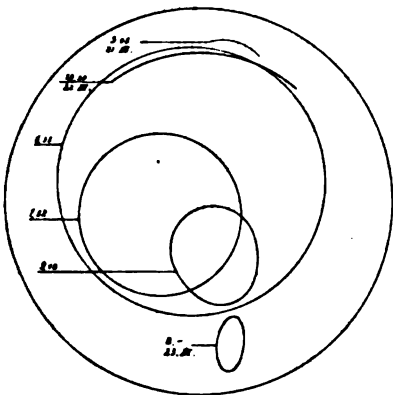


Fig. 4.

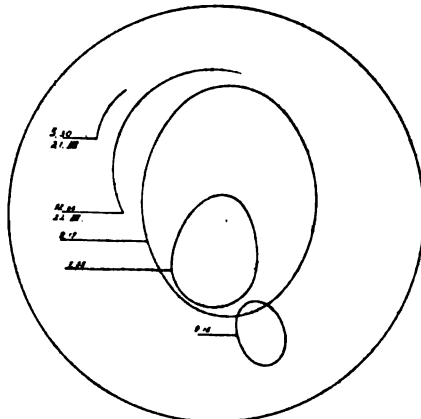


Fig. 6.

zu liegen (Fig. 4, 6) und nähert sich ihr rein descriptiv die dorsale Lippe. Auch hier bleibt der Urmund ungefähr kreisförmig. Um 9 Uhr abends zeigt der Dotterpfropf überall fast gleiche Dimensionen; er liegt dem Aequator der der ersten Einstülpung entgegengesetzten Seite

genähert. Am andern Morgen, also am 23. März, befindet sich der enge Blastoporus etwa am Aequator. Im Laufe des Tages rückt er ein kleines Stück auf die obere Seite. Die Medullarplatten werden angelegt. Eine Verbindungslinie gezogen vom Orte der ersten Einstülpung nach der Stelle, wo sich der punktförmige Urmund jetzt befindet, würde einen Teil eines Meridians vorstellen, also über die Mitte der unteren Eihälfte laufen. Leichte seitliche Abweichungen des Urmunds von dieser Linie können, wie Fig. 4 und 6 zeigen, ohne Beeinflussung des endgültigen Resultates vorkommen.

Bei einigen Eiern liegt die Medullarrinne nicht in der Mitte der unteren Eihälfte. Durch Streckung und Abplattung des Embryos ist die Compression verringert worden und hat sich das Ei zur Seite geneigt (Plattenabstand 1,30; 1,35; 1,35; 1,50; 1,60).

Ergebnisse.

Die Folgerungen aus diesen Versuchen basieren auf der durch O. Schultze, Fr. Kopsch u. a. genügend sicher festgestellten Thatsache¹⁾, dass der Urmund von *Rana fusca* nach Bildung der ventralen Lippe sich annähernd concentrisch zusammenzieht.

Bei Zugrundelegung dieses Ergebnisses neuerer Forschung folgt, dass bei den Eiern des oben angestellten Versuchs eine Totalrotation des ganzen Eies in einer der Norm entgegengesetzten Richtung in der letzten Phase und nach Beendigung der Gastrulation stattgefunden hat.

Diese Erscheinung tritt weder bei normaler Entwicklung noch bei schwacher noch bei starker Compression ein, während bei mittelstarker Compression der grössere Teil der Eier Embryonen liefert, welche auf dem Rücken liegen.

Die Ursache dieser abnormen Lage ist demnach wohl die mittelstarke Compression, welche zwar — wie die Beobachtung zeigt — die Bewegung der dorsalen Lippe im Anfang der Gastrulation nicht hindert, am Schluss derselben aber die normale Rückdrehung verhindert.

Merkwürdig ist freilich und einer genügenden Erklärung bisher nicht zugänglich die Erscheinung, dass die Behinderung der Drehung

¹⁾ Vergl. darüber Fr. Keibel, Die Gastrulation und die Keimblattbildung der Wirbeltiere. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. X. 1900. S 1067 ff.

nur nach einer Richtung, nicht aber nach der anderen (entgegengesetzten) wirksam ist, wodurch die „paradoxe Drehung“ bedingt wird.

Mag die Erklärung für dieses eigenartige Verhalten dereinst so oder so ausfallen, die Thatsache steht einstweilen fest, dass nur eine mittelstarke Compression die auf dem Rücken liegenden Embryonen ergibt.

Nach dieser Feststellung erscheinen die Beobachtungen von O. Schultze, dass bei Pflüger'scher Zwangslage die auf dem Rücken liegenden Embryonen nur erhalten werden, wenn die Zwangslage keine vollständige ist, den Einwendungen Roux's gegenüber völlig zu Recht bestehend.

Wenn nun sowohl bei Pflügers Zwangslage als bei Plattencompression die auf dem Rücken liegenden Embryonen nur bei starker aber unvollständiger Zwangslage durch „paradoxe Drehung“ des ganzen Eies entstehen, so sind Roux's Schlussfolgerungen, welche ja auf der absoluten Zwangslage des Eies gegründet sind, hinfällig. Roux hat die totale Rückdrehung der Eier, welche am Schlusse der Gastrulation stattfindet, übersehen und musste so unter der unrichtigen Voraussetzung der vollständigen Zwangslage des Eies zu unrichtigen Folgerungen betreffs der Bewegung der Blastoporuslippen kommen. Seine Resultate und Versuche, soweit sie gegründet sind auf der Beobachtung von Eiern, welche sich in Pflüger'scher Zwangslage befinden, dürfen demnach nicht mehr herangezogen werden gegen die von Fr. Kopsch vertretenen Anschauungen über die Bewegung der Blastoporuslippen.

* * *

Herrn Dr. Kopsch möchte ich auch noch an dieser Stelle für seine freundliche Unterstützung mit Rat und That, die er mir jederzeit zu teil werden liess, meinen allerbesten Dank aussprechen.



Referate.

Von

W. Krause.

A. von Koellikers *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*. 6. Aufl.

Bd. III von V. von Ebner. 2. Hälfte. 8. Leipzig, Engelmann.

1902. VIII u. S. 401—1020. Mit 344 zum Teil farbigen Figuren.

Die 1. Hälfte des durch von Ebner bearbeiteten 3. Bandes wurde bereits früher in dieser Monatsschrift (1899, Bd. XVI, S. 322) angezeigt und dem damals Gesagten ist nur wenig hinzuzufügen. Der Herausgeber hat mit grosser Sorgfalt die Litteratur mit ihren so oft sich widersprechenden Angaben berücksichtigt und dem Leser so vorgeführt, dass dennoch ein Gesamtbild entsteht. Es sind gerade 50 Jahre her, dass die Gewebelehre v. Koellikers zuerst erschien und die stattlichen drei Bände, wie sie jetzt in der 6. Auflage vorliegen, zeigen schon äusserlich an, welchen Fortschritt die Histologie, deren Ausbildung eigentlich erst von jener Zeit an zu datieren ist, seitdem gemacht hat. Aus den 313 Figuren der ersten Auflage sind jetzt 1479 geworden. Auf Einzelheiten einzugehen, ist hier nicht der Ort, doch soll das Schema vom Zusammenhang der Retina-Elemente (S. 855) erwähnt werden, von dem der Verfasser selbst meint, es werde mutmaasslich keine lange Lebensdauer haben. — Ein sehr sorgfältig bearbeitetes Register, welches den früheren Auflagen fehlte, erhöht den Wert des Buches, besonders auch für den Anfänger.

Gustaf Retzius u. **C. M. Fürst**, *Anthropologia suecica*. Beiträge zur

Anthropologie der Schweden. Stockholm, 1902. Fol. 301 S. Mit

130 Tabellen, 14 Karten und 7 Proportionstabeln in Farbendruck.

Die Verfasser haben mit mehreren Hilfsarbeitern die Militärpflichtigen Schwedens aus den Kontingenten von 1897 und 1898 untersucht. Es waren im ganzen 45688, lauter 21jährige gesunde Männer. Bei allen wurden die Körpermitasse, die Schädelmitasse, die Farbe der Augen und Haare festgestellt und die Resultate teils in graphischer Form, teils in farbigen, nach den Landschaften Schwedens geordneten Abbildungen veranschaulicht. Da nicht Schädelmessungen, sondern Kopfmessungen angestellt wurden, so glaubte man von den Längenbreiten-Indices 1,83 oder 2 Proz. abziehen zu müssen, um eine richtige Ziffer zu erhalten. Bisher rechnete man seit Bischoff gewöhnlich nur 1 Proz. ab (Ref.). Es ergaben sich nur

13 Proz. Brachycephale, die übrigen waren dolichocephal (etwa 30 Proz.) oder mesocephal (57 Proz.). Blaue Augen waren bei 47,4, braune nur bei 4,5 Proz., blonde Haare bei 75 Proz., braune bei 21,6 Proz. vorhanden; die übrigen waren gemischt oder auch schwarz (0,8 Proz.). Helle Augen zugleich mit blondem Haar hatten 54,4 Proz. Man sieht, dass die Bevölkerung im ganzen noch den germanischen Typus bewahrt. Das Werk ist durch die Gründlichkeit der Untersuchung und seine brillante Ausstattung in hohem Grade wertvoll.

Heitzmann, Atlas der descriptiven Anatomie des Menschen. Neunte umgearbeitete Auflage. herausgegeben von Prof. E. Zuckerkandl. Bd. I. Knochen. Bänder, Gelenke. 56.—60. Tausend. W. Braumüller. Wien u. Leipzig. gr. 8. 1902. 283 S. mit 343 Fig. — 10 Mk.

Die achte Auflage dieses sehr verbreiteten Atlas erschien 1896, und die erste Abteilung enthielt damals 270 Abbildungen, die neue anatomische Nomenclatur war darin schon berücksichtigt. Zuckerkandl hat in dieser Auflage die neue Nomenclatur ganz durchgeführt, wenigstens sind dem Ref. keine Abweichungen aufgefallen. Der erläuternde Text ist umgearbeitet, dabei etwas reduziert worden, und die Abbildungen sind mit Ausnahme der Knochen selbst farbig gedruckt worden. Dies gilt ebenfalls von den Gelenkflächen. Die Muskeln sind in einem braunen Ton gehalten, die Knorpel und Bänder zumeist bläulich. Die Brauchbarkeit des Atlas hat dadurch erheblich gewonnen, am wichtigsten ist aber, dass nicht nur viele Figuren durch neue, zumeist auch in grösserem Maassstabe ersetzt worden sind, sondern dass auch eine grosse Anzahl von Figuren, Durchschnittszeichnungen, Fascien u. dergl. mehr, ganz neu hinzugekommen sind; sie liefern manchmal wichtige topographische Anschauungen. Eine Figur (No. 50) dient zur Erläuterung der Entstehung der Conchae sphenoidalis und stellt die Schädelbasis eines Hundes von aussen gesehen dar.

P. Ehrlich, Rudolf Krause, M. Mosse, H. Rosin, C. Weigert, Encyklopädie der mikroskopischen Technik, mit besonderer Berücksichtigung der Färbelehre. 8. 1903. Berlin u. Wien, Urban & Schwarzenberg. Bd. I u. II. 1400 S. mit 134 Fig. — 35 Mk.

Es ist ein grosses, schwieriges und überaus nützliches Unternehmen gewesen, zum ersten Male eine Darstellung der gesamten mikroskopischen Technik in der übersichtlichen Form eines Lexikon zu geben. Ausser den oben auf dem Titel verzeichneten sind 55 Mitarbeiter dabei behülflich gewesen; die erste Lieferung war schon im vorigen Jahre ausgegeben. Die eigentliche Redaktion lag in den Händen von Rudolf Krause, von dem die überwiegende Mehrzahl mannigfaltiger kurzer Artikel herrührt. Die Darstellung umfasst nicht nur die unendlich zahlreichen Reagentien der Farbstoffe, die seit der Entstehung der Gewebelehre im vorigen Jahrhundert empfohlen wurden, welche zum Teil die ausgedehnteste Anwendung und weiteste Verbreitung erlangt haben, während andere nur auftauchten, um bald

vergessen zu werden, wie z. B. der Heidelbeerenfarbstoff von Lavdowsky (1884). Vielmehr umfasst die Darstellung ebensowohl die Instrumente und Apparate, die eigentliche mikroskopische Technik, ferner aber die Untersuchung der Gewebe, Organe und Tierklassen, im embryonalen, im gesunden wie im pathologischen Zustande. Es finden sich daher, nach dem Alphabet geordnet, Artikel wie Aktinomykos, Mikrotom, Nervensystem, Pest, Theorie der Färbung und Härtung etc. Den meisten Artikeln ist ein Litteraturverzeichnis angehängt und in der Regel auf historischer Grundlage vorgeführt, wer dieses oder jenes Verfahren zuerst angewendet hat. Hierin Vollständigkeit zu geben, konnte natürlicherweise nicht beabsichtigt sein; beispielsweise fehlt die Angabe, dass Waldeyer (1868) den Farbstoff des Campêcheholzes zur Axencylinderfärbung benutzte. Viele grössere Artikel sind von allgemeinem Interesse, wie die über Fixation und Härtung. Manche gebrauchen beides synonym, mitunter in ziemlich gedankenloser Weise. Bekanntlich fand Flemming es erforderlich, die rasch ablaufenden Mitosenvorgänge durch Reagentien zu fixieren, und seitdem beabsichtigt man gemeiniglich, die Gewebelemente auf analoge Weise in möglichst unverändertem Zustande unter das Mikroskop zu bringen. Mit sehr dünnen Chromsäurelösungen kann man beispielsweise Epithelzellen der Schleimhäute in ausgezeichneter Weise fixieren, aber damit ist weder die Schleimhaut selbst, noch ihr Epithel gehärtet. Wenn es schwierig sein mag, eine einwurfsfreie Definition des Fixierens zu geben, so werden doch jedenfalls das Fixieren und das Härten auseinander zu halten und beide Ausdrücke nicht beliebig untereinander zu vertauschen sein.

Einzelne Artikel als besonders wertvoll hervorzuheben, ist bei der Gesamtmenge guter Artikel nicht ganz leicht; zu erwähnen sind die Färbungen von Heidenhain, das Hämatoxylin von Paul Mayer, die Säuren von Poll (Berlin), die Silbermethoden von Mosse (Berlin), die Goldmethoden von Szymonowicz und viele viele andere.

In kurzer Zeit wird die Encyklopädie ein ganz unentbehrliches Hilfsmittel und Nachschlagebuch für alle medizinischen und naturwissenschaftlichen Institute bilden, und man wird sich wundern, wie man so lange sich mit kleinen Compendien hat behelfen können, so unentbehrlich solche auch dem Studierenden sein mögen. In der That findet man in ersterer über fast alle Fragen, die sich auf mikroskopische Anatomie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, pathologische Histologie, Bakteriologie, Zoologie und Botanik, ja selbst auf die ärztliche Diagnostik beziehen, ausgiebige Aufklärung, soweit die mikroskopische Technik in Frage kommt. — Die Uebersichtlichkeit der lexikographischen Anordnung sowie die Ausstattung machen einen vorzüglichen Eindruck.



Aus dem Anatomischen Institut der Universität Berlin.

Das Binnennetz der spinalen Ganglienzellen bei verschiedenen Wirbeltieren.

Von

Julius Misch (Berlin).

Mit 13 Textfiguren und 3 Tabellen.

Inhalts-Uebersicht.

I. Einleitung	329	Vögel:	
II. Historischer Teil	331	1. Columba domestica	383
III. Beschreibender Teil.		2. Gallus domesticus	386
A. Methode	365	3. Anas boschas	387
B. Untersuchungen.		Reptilien:	
Säugetiere:		1. Emys europaea	388
1. Felis domestica	366	2. Testudo graeca	390
2. Canis familiaris	370	3. Tropidonotus natrix	392
3. Erinaceus europaeus	372	Amphibien:	
4. Cavia cobaya	376	Rana temporaria	393
5. Mus musculus	378	IV. Schlussbetrachtungen	394
6. Lepus cuniculus	380	V. Litteratur	399

I. Einleitung.

Die Aufgabe dieser Arbeit ist es, bei möglichst zahlreichen Vertretern der einzelnen Wirbeltierklassen das Vorhandensein und die Structur des Binnennetzes (Kopsch) in den Nervenzellen der Spinalganglien zu untersuchen und darzustellen.

Bei dieser Untersuchung mussten die bisher beschriebenen Netz-structuren in den spinalen Ganglienzellen zum Vergleich herangezogen werden, in Rücksicht auf Gleichheit, oder teilweise Uebereinstimmung, so dass es sich nicht umgehen liess, die Litteratur über diesen Gegenstand

eingehend zu berücksichtigen; dadurch hat diese Arbeit einen grösseren Umfang angenommen, als eigentlich beabsichtigt war.

Dieselbe zerfällt in zwei Hauptabschnitte. Der erste Teil enthält die Litteraturübersicht, welche deshalb jetzt vielleicht gerade von Interesse sein dürfte, als Holmgren in einer soeben erschienenen Arbeit [55] eine litterarische Darstellung derselben Frage von seinem Standpunkt aus gegeben hat.

Der zweite Teil ist der Schilderung der tatsächlichen Befunde gewidmet, welche die Darstellbarkeit des Binnennetzes für sämtliche Tierklassen der Vertebraten, ausgenommen die der Fische, in der von Kopsch beschriebenen Weise bestätigen. Es wurde das Binnennetz dargestellt bei Säugetieren (*Felis domestica*, *Canis familiaris*, *Erinaceus europaeus*, *Cavia cobaya*, *Mus musculus*, *Lepus cuniculus*), bei Vögeln (*Columba domestica*, *Gallus domesticus*, *Anas boschas*), bei Reptilien (*Emys europaea*, *Testudo graeca*, *Tropidonotus natrix*), und bei Amphibien (*Rana temporaria*). Ausserdem wurden noch ohne Erfolg untersucht von den Säugetieren: *Vespertilio murinus*, von den Reptilien: *Lacerta agilis* und *vivipara*, von den Amphibien: *Pelobates*, *Salamandra maculosa*, *Molge cristata*; von den Fischen: *Esox lucius* und *Petromyzon planeri* (Ammocoetesform). Desgleichen von den Evertebraten: *Allo-lobophora*, *Hirudo medicinalis* und *Astacus fluviatilis*.

Zwar rief die Osmiumsäure bei diesen Tieren keinerlei Netz-structuren hervor, doch können diese negativen Resultate um so weniger in dem Sinne verwertet werden, dass die an dieser Stelle aufgezählten Tiere des Netzes in den Spinalganglienzellen entbehren, da als wesentlicher Punkt zu bedenken ist, dass diese Untersuchungen im Laufe des Winters angestellt wurden, wodurch die Beschaffung des Materials z. B. bei Reptilien, Amphibien, wie besonders der Evertebraten, mit Schwierigkeiten verknüpft, und das erhältliche Material zu gering war, um ein endgültiges Urteil hierüber abgeben zu können.

Für die Anregung zu dieser Arbeit bin ich Herrn Privatdocent Dr. Friedrich Kopsch zu ganz besonderem Danke verpflichtet und möchte nicht unterlassen, Herrn Dr. Kopsch auch an dieser Stelle für dieselbe, wie für Ueberlassung von Material und die mir zu teil gewordene, lebenswürdige Unterstützung meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Die dieser Arbeit beigelegten Tabellen sollen einen Ueberblick über sämtliche bisher veröffentlichten Befunde und Mitteilungen über das Binnennetz („Apparato reticolare interno“ Golgis und „intracelluläre Kanälchen“ Holmgrens) geben, und zwar enthalten dieselben nicht nur diesbezügliche Angaben über die spinalen Ganglienzellen, sondern auch über die anderen daraufhin untersuchten Zellarten, soweit mir das Material hierzu zugänglich war.

II. Historischer Teil.

Die hier zu behandelnde Structureigentümlichkeit in den Zellen der Spinalganglien wurde fast zu derselben Zeit, aber unabhängig von einander von Golgi [29] und Ballowitz [4] in verschiedenen Zellarten (Sinnesorgan, Gehirn, Spinalganglien) unter Anwendung verschiedener Methoden beobachtet, welche Structures als mehr oder weniger identisch mit einander angesehen werden, deren einwandsfreie Deutung aber bisher noch nicht gelungen ist.

Der erste, welcher seine Beobachtung zur Kenntnis brachte, war Golgi, der in der Sitzung Société medico-chirurgicale de Pavie vom 19. April 1898 zum ersten Male die Aufmerksamkeit auf seinen „Apparato reticolare interno“ („le fin et caractéristique appareil endocellulaire“) in den Nervenzellen von *Strix flammea*, mit der Chromsilbermethode dargestellt, lenkte; genau zur gleichen Zeit demonstrierte Ballowitz seine „Centrophormien“ in den Epithelien der Membrana Descemetii verschiedener Mammalien auf der Versammlung der Anatomischen Gesellschaft zu Kiel (17.—20. April 1898).

Der „Apparato reticolare interno“, wie er uns von Golgi [29] zuerst beschrieben worden ist und von ihm und anderen Autoren immer wieder in derselben Form geschildert wird, besteht in allen Zellen aus einem feinen, im Innern des Zellkörpers gelegenen Netz, welches niemals in der freien exoplasmatischen Randzone der Zellen vorhanden ist und auch zwischen sich und dem Kern keine Verbindungen erkennen lässt. Dieses Netzwerk ist von so charakteristischem Aussehen, dass nach Golgi [29 p. 63]: „même de petits fragments de ce réseau, étant donné que la réaction soit partielle, peuvent avec certitude être reconnus comme appartenant à cet appareil endocellulaire.“ Golgi [29

p. 63] selbst sagt hierüber noch: „L'aspect caractéristique de cet appareil réticulaire interne peut provenir de la forme prédominante en ruban, des fils, du mode de se diviser, de s'anastomoser et du cours de ceux-ci de la présence dans cet appareil de minces plaquettes ou de petits disques arrondis et transparents dans le centre, qui forment comme des points nodaux du réseau, et enfin de la couleur spéciale jaunâtre, que prennent les fils par effet de la réaction.“

Mit den spinalen Ganglienzellen selbst beschäftigt sich Golgi eingehend erst in einer späteren Arbeit [31 und 35], und zwar beschreibt er in dieser diejenigen von *Felis domestica*, *Lepus cuniculus*, *Canis familiaris* und *Bos taurus*. Er betont ausdrücklich, dass der „Apparato reticolare interno“ der spinalen Ganglienzellen in seiner Gesamtheit eine so grosse Aehnlichkeit mit demjenigen der centralen Nervenzellen aufweist, dass man behaupten kann, sie stimmen mit einander überein. Auf die zwischen beiden bisweilen beobachteten Unterschiede und deren Ursache komme ich weiter unten noch zurück (Seite 359).

Von dem „Apparato reticolare interno“ der spinalen Ganglienzellen sagt nun Golgi [31 p. 281]: „qu'il s'agit plutôt d'un appareil filamenteux irrégulier, dont les enroulements plus ou moins compliqués et très irréguliers sont disposés en divers plans du corps cellulaire, et pour ce motif très difficile à suivre sur tout leur cours. Quoi qu'il en soit, si dans les cellules des ganglions intervertébraux, le caractère réticulaire apparaît moins évident, la présence de fils de connexion entre les diverses portions des enroulements nous démontre que, là aussi, il y a une structure à réseau.“

Als ganz besonders eigentümlich dem Apparato dieser Zellen und charakteristisch für dieselben bezeichnet Golgi wiederholt [31 p. 282, 33 p. 275, 34, 35 p. 585] die scharfe peripherische Begrenzung desselben „où le même appareil apparaît comme quelque chose de fermé“ [35 p. 585], während der Apparat „pénètre au contraire vers l'intérieur, soit avec ses enroulements, soit avec ses expansions, dans les plans les plus internes du corps cellulaire, sans épargner entièrement la zone périnucléaire; il est même assez fréquent de voir des anses ou terminaisons de fils se mettre en contact immédiat avec le noyau“ [282]. Ferner ist den spinalen Ganglienzellen bisweilen ein

kleiner perinucleärer Hof eigen, der jedoch, wie wir soeben gehört haben, nicht immer frei von Netzfäden ist. Auch die Neigung des endocellulären Apparates, sich in mehr oder weniger umgrenzte „lobes conico-globaux“ zu stellen, welche vornehmlich die Form niedriger Papillen erkennen lassen und mit der Basis gegen die Peripherie des Zellkörpers, mit der Spitze gegen das Innere, in die perinucleäre Zone gerichtet sind, ist hervorzuheben, ebenso seine typisch runde Gestalt in diesen Zellen, der eigenen Form derselben entsprechend.

Die Entdeckung dieses endocellulären Netzwerkes vermittelt seiner schwarzen Reaction gelang Golgi aber nicht nur in den spinalen Ganglienzellen, sondern, wie anfangs schon kurz erwähnt, auch in denjenigen des Gehirns [29, 34, 35] von *Strix flammea* [29], *Felis domestica*, *Mus rattus* [34], sowie in den Zellen des Rückenmarks [29, 32, 35]. Hier vornehmlich bei *Felis domestica* und Embryonen von *Gallus domesticus* [32].

Diese Befunde Golgis — Präparate derselben wurden auf dem Anatomen-Congress zu Tübingen 1899 demonstriert — wurden sehr bald durch Untersuchungen anderer Autoren bestätigt. Ein Teil derselben bediente sich hierzu gleichfalls der Golgi'schen schwarzen Reaction, resp. einer Modification derselben, während andere verschiedene Fixierungs- und Färbemethoden anwendeten, welche theils analoge, theils ähnliche Bilder in den verschiedensten Zellarten ergaben. Zu den ersteren gehört Golgis Assistent und Schüler Veratti [95, 96], dessen Forschungen die Golgi'schen Ergebnisse für eine andere Art von Nervelementen bestätigen. Veratti untersucht mittelst einer von ihm eingeführten Modification der Chromsilber-Imprägnation [32, 34] die Zellen verschiedener Hirnnerven [95, 96] und des Sympathicus von *Canis familiaris* und *Felis domestica* [95]. Er stellt für den „Apparato reticolare interno“ derselben die gleichen wesentlichen Charaktere fest wie Golgi, findet jedoch im einzelnen gewisse Unterschiede. So ist z. B. in den Nervenzellen der acustischen Centren [96] der „Apparato reticolare interno“ relativ grob und einfach und unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem viel feineren und reichlicheren Netz der Spinalganglienzellen, während andererseits zwischen diesen und den Netzwerken der Sympathicusganglienzellen [95] keine constanten

Unterscheidungsmerkmale vorhanden sind. — Eine jüngst von Veratti [97] berichtete Untersuchung der quergestreiften Muskelzellen verschiedener Tiere mittelst der Chromsilbermethode ergab auch hier ein intracelluläres Netzwerk, welches eine gewisse Verwandtschaft mit dem Golgi'schen „Apparato reticolare“ andeutet.

Ein anderer Schüler Golgi's, Negri [68, 69] stellt den „Apparato reticolare interno“ dar in den Zellen verschiedener Drüsen (Eiweiss-speichel-, Schilddrüsen-, Pankreas-, Parotiszellen) bei *Felis domestica* sowie im Nebenhodenepithel und Ovarium von *Canis familiaris*, wobei er als wesentliches Moment der ersteren betont, dass er eine directe, deutliche Verbindung zwischen den Ausführungsgängen der Drüse und dem — hier in der dem Lumen der Alveole zugekehrten Protoplasmapartie belegenen — Apparat *nie* wahrgenommen hat [69 p. 179]. — Gemelli [28] findet analoge Gebilde in den Zellen der Hypophysis verschiedener Säugetiere, und Pensa [72, 75, 78] konnte einen netzförmigen Apparat im Innern der Knorpelzellen von *Felis domestica* und *Cavia cobaya* feststellen, der dem von Golgi in den verschiedenen Nervenzellen beschriebenen in morphologischer Hinsicht gleich ist. Pensa erscheint dieser Befund deshalb besonders bedeutungsvoll, weil bisher nur Zellen epithelialen Ursprungs den endocellulären Apparat erkennen liessen und durch seine Untersuchungen derselbe auch für die Zellen des Stützgewebes erwiesen ist.

Retzius [78] versucht die Golgi'schen Präparate in den Spinalganglien verschiedener Tierarten nachzumachen, was ihm jedoch nur bei *Lepus cuniculus* und *Felis domestica* gelingt, wo er distincte Bilder erhielt, welche mit den Präparaten und Abbildungen des Entdeckers prinzipiell übereinstimmten; dagegen hatte er bei den Würmern, Crustaceen, Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln keinen Erfolg aufzuweisen, ebenso wenig in den Riesenzellen des Knochenmarks von *Lepus* und *Felis* [79 p. 95]. Abgesehen von einigen Unterschieden der Netze des Apparato in den Spinalganglien bei *Lepus* und *Felis*, sah er Ausläufer des Netzes hier sogar bis zur Oberfläche der Zelle reichen [78 Fig. 1 und 8], und andererseits Netzmaschen dicht an der Kernmembran liegen [78 Fig. 10, 11]. Dieser Ausläufer des Netzwerkes, welchen ausser Retzius in der gesamten Litteratur bisher

nur noch Holmgren [42 und 46] und Smirnow [87 Fig. 10] beschreiben und abbilden, steht in directem Widerspruch mit den Befunden und Darstellungen, welche wir Golgi, Negri u. a. verdanken. Holmgren (s. u.), der neben seiner eigenen Methode auch die schwarze Reaction anwandte und zwar bei *Lepus cuniculus* [42 Fig. 3a, 3b — 46 Fig. 6] und bei *Felis domestica* [46 Fig. 14], hat diesen Zusammenhang des Apparato mit extracellulären Bahnen einwandsfrei nur bei 42 Fig. 3b dargestellt, während er von einer anderen Abbildung [46 Fig. 6] selbst bemerkt, dass dieselbe ganz enorm von den wirklichen und auch von ihm und Retzius dargestellten Golgi-Bildern abweicht, eigentlich als solche gar nicht zu rechnen sei, und die einzige durch das Ektoplasma gehende Verlängerung nicht einmal den Zellrand erreicht. Eine ähnliche Erscheinung zeigt das von Smirnow abgebildete Chromsilberpräparat einer Spinalganglienzelle eines 4 Monate alten menschlichen Embryos.

Dagegen stellt Soukhanoff [89, 90] mit der Golgi-Veratti-Methode sowohl in den Zellen der Spinalganglien, als auch in denen der Hirnrinde — hier bei *Lepus cuniculus* — Präparate dar, welche vollkommen mit jenen Golgis übereinstimmen.

Ueber Misserfolge bei der Anwendung der schwarzen Reaction resp. deren Modificationen bei den Ganglienzellen verschiedener Tiere (Vertebraten und Evertibraten) berichtet Ballowitz [6], welcher diese dadurch zu erklären sucht, „dass die betreffenden Tiere für die genannten Methoden wohl nicht geeignet waren“ [6 p. 178]. Dagegen findet er, wie schon anfangs erwähnt, mit einer anderen Fixierungs- und Färbemethode in den Epithelien der Membrana Descemetii verschiedener Säugetiere netzkorbartige Gebilde, welche er, wegen ihrer Beziehungen zu den Centalkörpern, „Centrophormien“ (Centralkörbe) nennen möchte. Diese Centrophormien weisen nach ihm eine geradezu frappierende Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Abbildungen von Gemelli, Negri und Pensa auf — eine Aehnlichkeit, die auch von Waldeyer [98] bemerkt wird —, so dass Ballowitz dieselben in engstem Zusammenhang mit dem Golgi'schen Apparato stellt. Eine gewisse Uebereinstimmung mit seinen Befunden wird auch von Pensa [73, 74] selbst anerkannt und von Golgi [36b] bestätigt; von Heidenhain [38]

aber vollständig angezweifelt, der von Ballowitz weitere Beweise für seine Anschauung verlangt und seinerseits selbst in den Samenzellen von *Proteus augineus* eine Bildung beschreibt, welche der von Ballowitz mitgeteilten analog ist. — Die von Heidenhain [38 p. 536, 537] in den Knorpelzellen von Salamanderlarven erwähnte Netzstructur, welche durch Färbung mit Eisenhämatoxylin sichtbar wird, stimmt nach Pensa [73 p. 446] mit einer unvollständigen Färbung des Apparates überein, wie man sie auch bei der schwarzen Reaction erhält. — Nach den von Ballowitz angegebenen Methoden untersuchte Totsuka [94] ebenfalls das Descemet'sche Epithel von *Bos taurus* und bestätigt die Angaben desselben über die Centrophormien, die er stets ausserhalb des Kernbezirkes und excentrisch liegen sieht. Zur Frage des Zusammenhangs derselben mit der endocellulären Netzstructur Golgis möchte Totsuka keine Stellung nehmen, sondern vielmehr weitere Beobachtungen in dieser Hinsicht abwarten.

In einen gewissen Zusammenhang mit den von Ballowitz gegebenen Bildern stellt Fürst [25, 26, 27] eine sehr interessante Beobachtung, die er in den Kopf- und Spinalganglienzellen des Lachs gemacht hat. Er findet bei Lachsembryonen von 90—150 Tagen im Cytoplasma der Nervenzellen eigenartige, fast gleichgrosse, aber verschieden dicke Ringe, meist um den Kern herumliegend, die ähnlichen, ringförmigen Bildungen bei erwachsenen Lachsen entsprechen. Hier kommen die Ringe meist nur in grossen Kopfganglienzellen vor, sind entweder in dicken, flachen Massen oder in gebogenen und gewundenen röhrenförmigen Reihen angeordnet und nehmen eine gewisse polare Anordnung in der Zelle ein. In den Zellen erwachsener Lachse beschreibt er noch gebogene, oft in scharfen Winkeln geknickte Fäden, die aus den Ringen entstanden sind und bisweilen auch aus diesen bestehen. Fürst ist der Ueberzeugung, dass alle diese Bildungen von derselben Art „organisierte Bestandteile des Cytoplasma und eine Art Cytomikrosomen“ sind. Die in den Zellen meist an einer oder zwei Stellen vorkommende Knäuelbildung der Fäden bezeichnet er als „Cytospirem“ und bringt dieses mit den von Ballowitz, Golgi, Holmgren, Retzius und Veratti gegebenen Beschreibungen in engstem Zusammenhang. Namentlich passt die von Golgi [33 p. 277: dans ce stade]

gegebene Schilderung nach ihm „ganz vollständig auf sein Cytospirem“, und der Golgi'sche Apparat der Ganglienzellen bei Veratti [96 Taf. VI Fig. 3] kann mit seinen Bildern recht gut verglichen werden.

Ich möchte an dieser Stelle gleich die spiremartigen Bildungen erwähnen, welche Nelis [70] in den verschiedenen Nervenzellen von *Lepus cuniculus*, *Canis familiaris* und *Cavia cobaya* beobachtet hat und deren Deutung schwankt. Nelis selbst ist unentschieden, ob er seinen Befund mit den Golgi'schen Gebilden in Zusammenhang bringen soll und möchte dieses lieber nicht thun.

Die Nelis'schen Bilder lassen in der That gerade hinsichtlich der *Characteristica* des „*Apparato reticolare interno*“ keinerlei Uebereinstimmung, vielmehr Abweichungen erkennen. Van Beneden [7], welcher Gelegenheit hatte, zwei Nelis'sche Präparate zu prüfen, giebt uns eine Erklärung hierfür, indem er die Untersuchungen Nelis als unvollständig, sogar als nicht exact bezeichnet: So hält er z. B. die in den Präparaten zu sehenden Vacuolen für Kunstproducte der Methode und ist der Ueberzeugung, dass die unvollständig analysierten Bilder Nelis keineswegs seine Schlussfolgerungen bezüglich des Spirems rechtfertigen: Van Beneden kann sich daher auch nicht darüber aussprechen, ob die beschriebenen Gebilde ganz oder teilweise dem von Golgi und Veratti beschriebenen Netzwerk entsprechen.

Anderer Meinung hinsichtlich der von Nelis gefundenen *Structuren* sind aber Holmgren [46, 55] und Fragnito [21]. Ersterer sieht dieselben als identisch mit seinen Kanälchen an — sie stellen „nur in gewisser Richtung modifizierte ‚Saftkanälchen‘-Teile dar“ [55 p. 289] —, nach letzterem stimmen sie nicht nur mit diesen, sondern auch mit dem Golgi'schen endocellulären Netzwerk überein.

In zahlreichen Arbeiten beschreibt Holmgren an Material, welches in verschiedener Weise fixiert und gefärbt ist, *Structureigentümlichkeiten* nicht nur in den Nervenzellen, sondern auch in den verschiedensten Körperzellen bei Vertebraten und Evertrebraten. Diese bezeichnet er zuerst als „Kanälchenbildungen“, später als „Trophospongien“ und versucht den „*Apparato reticolare interno*“ Golgis durch dieselben zu erklären. Freilich fällt hierbei die Feststellung recht schwer, wie weit die Befunde Holmgrens, besonders die ersten, mit dem Golgi'schen

aber vollständig angezweifelt, der von Ballowitz weitere Beweise für seine Anschauung verlangt und seinerseits selbst in den Samenzellen von *Proteus augineus* eine Bildung beschreibt, welche der von Ballowitz mitgeteilten analog ist. — Die von Heidenhain [38 p. 536, 537] in den Knorpelzellen von Salamanderlarven erwähnte Netzstructur, welche durch Färbung mit Eisenhämatoxylin sichtbar wird, stimmt nach Pensa [73 p. 446] mit einer unvollständigen Färbung des Apparates überein, wie man sie auch bei der schwarzen Reaction erhält. — Nach den von Ballowitz angegebenen Methoden untersuchte Totsuka [94] ebenfalls das Descemet'sche Epithel von *Bos taurus* und bestätigt die Angaben desselben über die Centrophormien, die er stets ausserhalb des Kernbezirkes und excentrisch liegen sieht. Zur Frage des Zusammenhangs derselben mit der endocellulären Netzstructur Golgis möchte Totsuka keine Stellung nehmen, sondern vielmehr weitere Beobachtungen in dieser Hinsicht abwarten.

In einen gewissen Zusammenhang mit den von Ballowitz gegebenen Bildern stellt Fürst [25, 26, 27] eine sehr interessante Beobachtung, die er in den Kopf- und Spinalganglienzellen des Lachs gemacht hat. Er findet bei Lachsembryonen von 90—150 Tagen im Cytoplasma der Nervenzellen eigenartige, fast gleichgrosse, aber verschieden dicke Ringe, meist um den Kern herumliegend, die ähnlichen, ringförmigen Bildungen bei erwachsenen Lachsen entsprechen. Hier kommen die Ringe meist nur in grossen Kopfganglienzellen vor, sind entweder in dicken, flachen Massen oder in gebogenen und gewundenen röhrenförmigen Reihen angeordnet und nehmen eine gewisse polare Anordnung in der Zelle ein. In den Zellen erwachsener Lachse beschreibt er noch gebogene, oft in scharfen Winkeln geknickte Fäden, die aus den Ringen entstanden sind und bisweilen auch aus diesen bestehen. Fürst ist der Ueberzeugung, dass alle diese Bildungen von derselben Art „organisierte Bestandteile des Cytoplasma und eine Art Cytomikrosomen“ sind. Die in den Zellen meist an einer oder zwei Stellen vorkommende Knäuelbildung der Fäden bezeichnet er als „Cytospirem“ und bringt dieses mit den von Ballowitz, Golgi, Holmgren, Retzius und Veratti gegebenen Beschreibungen in engstem Zusammenhang. Namentlich passt die von Golgi [33 p. 277: dans ce stade]

gegebene Schilderung nach ihm „ganz vollständig auf sein Cytospirem“, und der Golgi'sche Apparat der Ganglienzellen bei Veratti [96 Taf. VI Fig. 3] kann mit seinen Bildern recht gut verglichen werden.

Ich möchte an dieser Stelle gleich die spiremartigen Bildungen erwähnen, welche Nelis [70] in den verschiedenen Nervenzellen von *Lepus cuniculus*, *Canis familiaris* und *Cavia cobaya* beobachtet hat und deren Deutung schwankt. Nelis selbst ist unentschieden, ob er seinen Befund mit den Golgi'schen Gebilden in Zusammenhang bringen soll und möchte dieses lieber nicht thun.

Die Nelis'schen Bilder lassen in der That gerade hinsichtlich der *Characteristica* des „*Apparato reticolare interno*“ keinerlei Uebereinstimmung, vielmehr Abweichungen erkennen. Van Beneden [7], welcher Gelegenheit hatte, zwei Nelis'sche Präparate zu prüfen, giebt uns eine Erklärung hierfür, indem er die Untersuchungen Nelis als unvollständig, sogar als nicht exact bezeichnet: So hält er z. B. die in den Präparaten zu sehenden Vacuolen für Kunstproducte der Methode und ist der Ueberzeugung, dass die unvollständig analysierten Bilder Nelis keineswegs seine Schlussfolgerungen bezüglich des Spirems rechtfertigen: Van Beneden kann sich daher auch nicht darüber aussprechen, ob die beschriebenen Gebilde ganz oder teilweise dem von Golgi und Veratti beschriebenen Netzwerk entsprechen.

Anderer Meinung hinsichtlich der von Nelis gefundenen Structuren sind aber Holmgren [46, 55] und Fragnito [21]. Ersterer sieht dieselben als identisch mit seinen Kanälchen an — sie stellen „nur in gewisser Richtung modifizierte ‚Saftkanälchen‘-Teile dar“ [55 p. 289] —, nach letzterem stimmen sie nicht nur mit diesen, sondern auch mit dem Golgi'schen endocellulären Netzwerk überein.

In zahlreichen Arbeiten beschreibt Holmgren an Material, welches in verschiedener Weise fixiert und gefärbt ist, Structureigentümlichkeiten nicht nur in den Nervenzellen, sondern auch in den verschiedensten Körperzellen bei Vertebraten und Evertbraten. Diese bezeichnet er zuerst als „Kanälchenbildungen“, später als „Trophospongien“ und versucht den „*Apparato reticolare interno*“ Golgis durch dieselben zu erklären. Freilich fällt hierbei die Feststellung recht schwer, wie weit die Befunde Holmgrens, besonders die ersten, mit dem Golgi'schen

Hinsicht und die Entstehung derselben? — Auch hierbei begegnet man wieder denselben Schwankungen wie bisher, welche aber naturgemäss durch die oben besprochenen, allgemeinen Anschauungen bedingt sind.

Zuerst sind die „*Saftkanälchen*“ intracellulär gelegene Verzweigungen peri- und extracellulärer Röhren, welche in die Zelle eingedrungen sind [42 p. 392], — „gefässartige Bildungen“, wie Holmgren an einer anderen Stelle [43 p. 114] sagt, — dann tritt bei Helix [45 p. 293] deutlich zu Tage, „dass die ‚Kanälchen‘ der fraglichen Nervenzellen eigentlich Kanälchen innerhalb der Fortsätze darstellen,“ welche anderen, ausserhalb gelegenen Zellen genetisch und morphologisch zugehören. Diese „Kanälchen“ sind bei Lophius [46 p. 32] sogar in jenen Teilen, die der Kapsel am nächsten liegen, innerhalb der Nervenzellen, mit Kernen versehen — eine Beobachtung, die Bethe [8 p. 307] nachprüfte, aber nicht bestätigen konnte —, während sie in den tiefer in die Zelle eingedrungenen Partien fehlen, und stellen nun wieder, wie schon oben erwähnt, eigentlich „Spalträume“ innerhalb bindegewebiger Sprossen der Nervenzellkapsel dar. An die Stelle der Kapselfortsätze treten schon sehr bald die „in den Nervenzellkörper eindringenden ‚Glia‘fortsätze“ und die „Kanälchen“, „welche unzweideutig direkte Fortsetzungen der Saftlücken im zunächst befindlichen ‚Glia‘gewebe darstellen,“ gehören daher morphologisch dem „Glia“gewebe an, wenngleich sie topographisch auch innerhalb der Nervenzellen liegen. „Obwohl deshalb die ‚Glia‘fortsätze mit ihren Kanälchen eigentlich den Gliazellen und nicht den Nervenzellen zugehören, kann man jedoch die Auffassung nicht umgehen, dass diese gliomatösen Teile sehr wichtige Bestandteile in der Organisation der Nervenzellen darstellen.“ [47 p. 294.]

Die Entstehung der intracellulären „*Saftkanälchen*“ glaubt Holmgren [ebend. p. 313] so deuten zu können, dass zuerst innerhalb der intracellulären Ausläufer der „intracapsulären Zellen“, dem „Trophospongium“, kleinste Tröpfchen auftreten, welche den einzelnen Netzsträngen oft ein perlschnurähnliches Aussehen geben. Diese Tröpfchen vergrössern sich, fliessen zusammen, und es müssen so selbstfallend Kanälchen hervorgehen, da sie innerhalb strangförmiger Bildungen ent-

stehen. Bisweilen können sogar ganze Netzteile völlig verflüssigt werden. „Prinzipiell entstehen deshalb die Kanälchen nicht im Protoplasma der Nervenzellen, sondern ausserhalb derselben, obwohl sie innerhalb des Nervenzellkörpers liegen.“ In fast vollständig derselben Weise äussert sich Holmgren [49 p. 437; 50, 52] über analoge Structurverhältnisse in den Körperzellen, z. B. in den Deciduazellen von *Mus musculus*. Auch hier entsteht durch intracelluläre Ausläufer multipolar gestalteter Bindegewebszellen, die an der Oberfläche der Deciduazellen ein Netzwerk bilden, ein „Trophospongium“ als primäres, welches ursprünglich auch protoplasmatischer Natur ist [50 p. 477] und in dem „Saftkanälchen“ eventuell als secundäres durch Confluieren tröpfchenartiger Einlagerungen auftreten können. Aber nicht immer gelingt es Holmgren, den Zusammenhang des „Trophospongium“ mit anderen, multipolar gestalteten Zellen, wie soeben angegeben, nachweisen zu können, so z. B. in den Darmepithelzellen von *Felis domestica* [50 p. 479].

Von jenen Autoren, welche den Holmgren'schen Kanälchen identische Gebilde beschrieben haben, tritt Studnicka, der Ganglienzellen von *Petromyzon Planeri* [92] und *Lophius* [93] untersuchte, einmal für Entstehung der Kanälchen aus einer Reihe von im Innern der Zelle entstandenen Vacuolen ein, und trennt hiervon die Capillaren der grossen Ganglienzellen von *Lophius*, die von aussen in die Zelle hineinwachsen sollen. Dem gegenüber hält es Bethe [8 p. 306], wie auch Kolster [59] für gänzlich ausgeschlossen, dass die Kanälchen nur zusammengefloßene Vacuolen sein sollen, und Browicz [12, 14] betrachtet die Vacuolen sogar nur als den Ausdruck erweiterter intracellulärer Kanälchen. Auch Sjövall [86 p. 262] möchte der Auffassung Studnickas hinsichtlich der grundverschiedenen Art der Entstehung nicht beipflichten und plädiert mehr für die Annahme von „zwei morphologischen Modificationen einer und derselben Bildung“. — Fragnito [21, 22] wendet sich auf Grund seiner diesbezüglichen embryologischen Untersuchungen beim Hühnchen mit aller Entschiedenheit gegen die Holmgren'sche Angabe, dass die Kanälchen durch Eindringen von aussen entstehen. Er bemerkt [21] „les simples recherches histologiques sur le tissu adulte, sans l'aide de l'embryologie, sont insuffisantes à établir ce fait.“ Bei seinen Untersuchungen stellt sich diese

Thatsache äusserst einfach dar, indem „les canalicules de Holmgren ne sont autre chose que les interstices ménagés entre les différents neuroblastes qui concourent à former la cellule nerveuse“ [s. a. 29 Fig. 1]. Wenn also seine Beobachtung richtig ist, so kann man folglich ein Eindringen der „Kanälchen“ von aussen nicht zulassen; denn in diesem Falle würden die von ihm beschriebenen Interstitien nur die Wege darstellen, auf welchen die wahren, vom umgebenden Gewebe herrührenden Kanälchen in den Zellkörper gelangten. Tatsächlich konnte aber Fragnito in allen seinen Präparaten kein solches Eindringen sehen „ne serait ce que d'un seul canalicule“, und er fügt bezüglich des Holmgrenschen Hinweises [40 p. 138], dass von verschiedenen Punkten eines pericellulären Netzes gröbere und feinere Fäden in den Zelleib eindringen, hinzu: „Et même alors que les cellules des ganglions présenteraient des analogies possibles, ces analogies ne pourraient pas s'étendre aux cellules de la molle épinière, de l'écorce, etc., qui sont dépourvues de capsule. Pour toutes ces raisons, les idées générales qui expose Holmgren dans un récent travail [45] ne me semblent pas acceptables.“ — Dem gegenüber kommt Pognat [76], der sich gleichfalls mit der Entwicklung dieser Kanälchen — und zwar in Ganglienzellen von Hühnerembryonen — beschäftigt hat, zu einem entgegengesetzten Ergebnis. Die soeben mitgeteilten Ausführungen Fragnitos sind seiner Meinung nach nur eine Folge von dessen Anschauung von der mehrzelligen Bildung der Nervenzelle, die ihm nicht zuzutreffen scheint, welche aber neuerdings von Kronthal [61] in gewisser Hinsicht bestätigt wird, insofern, als dieser die Nervenzelle durch Confluenz von Leukocyten entstanden glaubt. Pognat hat seinerseits gefunden, dass die Kanälchen zuerst in der peripherischen Zone erscheinen „sous la forme d'espaces clairs, sinueux, d'aspect vacuolaire“, später traten sie mehr in der centralen, als in der peripheren Zone auf, und zwar scheinen sie erst zu derselben Zeit mit den Nissel'schen Körperchen aufzutreten. Pognat hat sogar den „extra“-cellulären Weg der Kanälchen verfolgen können und hierbei die höchst merkwürdige Beobachtung gemacht, dass sich die Kanälchen dann mit solchen benachbarter Zellen vereinigen, um einen gemeinsamen Stamm zu bilden. Gestützt auf seine

Untersuchungen möchte er sich zu Gunsten des äusserlichen („extrinseque origine“) Ursprungs der Kanälchen aussprechen. Dieser Anschauung gegenüber, wie auch hinsichtlich der von Holmgren [50] neuerdings geäusserten, muss hervorgehoben werden, dass Browicz [15 p. 160] in ganz neuester Zeit sich gegen diese Auffassung ausspricht, indem ihm ein Entstehen von Kanälchen als Folge der Verflüssigung intracellulärer, von aussen in die Zelle eindringender Zellen- ausläufer nicht plausibel zu sein scheint. —

Über das Verhältnis der „Saftkanälchen“ zu Golgi's „Apparato reticolare interno“ ist Holmgren [40 p. 144] der Meinung von Anfang an, dass die beiden Structuren identisch sind. Die Lokalisation sei bei beiden ungefähr dieselbe, die Breite der verschiedenen Teile der Golgi'schen Netzwerke entspräche sehr gut der Lumenweite seiner „Kanälchen“ [41 p. 163] und der Golgi'sche „Apparato reticolare“ sei ohne Zweifel durch Niederschläge in den von ihm entdeckten „intracellulären Saftkanälchen“ zu Stande gekommen [46 p. 21], da dieselben auch durch die Golgi'sche Chromsilbermethode gefärbt werden können [50 p. 481 und 51], wobei er aber bemerkt: „Was jedoch für Golgi selbst unsicher ist.“ Und in der That, Golgi [34, 57] — sowie auch Ballowitz [6] — bestreitet entschieden jede Übereinstimmung des endocellulären Apparates mit den Holmgren'schen „Kanälchen“, da er trotz sehr zahlreicher Beobachtungen Beziehungen seiner Netze zu ausserhalb der Zellen gelegenen Teilen *nie* finden konnte. Nichtsdestoweniger beharrt Holmgren [47, 51, 53, 55] bei seiner Auffassung, dass die „Saftkanälchen“ — „an deren Existenz Golgi übrigens etwas zu zweifeln scheint“ —, nicht das „Trophospongium“ mit dem Golgi'schen Chromsilbernetz identisch sind, da dieselben „sich durch die Chromsilbermethode färben lassen und dabei als Golgi's „Apparato reticolare“ hervortreten“. Zu dieser Anschauung Holmgrens bekennen sich auch vollständig Fragnito [21], Smirnow [87], Studnicka [92] und Retzius [78]. Dieser hält es in Anbetracht der Launenhaftigkeit der Golgi'schen Methode sogar für möglich, dass die Golgi'schen Netze nur „Bruchstücke der Holmgren'schen „Saftbahnen“ sind, welche sich demnach nur stückweise gefärbt hätten“.

Im Gegensatz hierzu steht der Ausspruch von Fürst [27 p. 416],

welchen dieser im Anschluss an die Holmgren'sche Beobachtung beim Lachsembryo [47] hinsichtlich der „an den Ringen beobachteten nodösen Verdickungen und Verzweigungen, welche die Verbindung zwischen den netzbildenden Ringen bezeichnen“, gethan hat. Eine Structureigentümlichkeit, welche Fürst trotz genauester Untersuchung tausender von Nervenzellen bei Lachsembryonen, auch bei in Sublimat fixierten, nicht gesehen hat. Hieran anschliessend bemerkt dieser, dass es ihm noch deutlicher als früher nach dieser Arbeit Holmgren's erscheine, „als ob eine ganze Gruppe von den jetzt bekannten knäuel-, netz- und kanälchenartigen Gebilden in dem Innern der Zelle mit Saftbahnen gar nichts zu thun habe“. — Sjövall [86], der zwei verschiedene Typen von „Kanälchen-Systemen“ in den Zellen der Spinalganglien von *Erinaceus europaeus* beschreibt, welche beide den Holmgren'schen völlig entsprechen, kann nur das eine („Typus der kleineren Zellen“) auch mit dem von Golgi mitgeteilten Netz als identisch bezeichnen, während Bethe [8], welcher gleichfalls zwei verschiedene Bildungen in den Spinalganglienzellen von *Lepus cuniculus* sah, die aber neben einander in denselben Zellen vorkommen, und von welchen die eine Art (Fig. 1 u. 2) den Holmgren'schen Bildern, die andere (Fig. 3) den von Golgi beschriebenen ähnlich sein soll, eine Identifizierung der letzteren mit den viel dickeren Kanälchen der ersteren nicht für gerechtfertigt hält, denn „in der ganzen Anordnung und in der Dicke der Elemente unterscheidet sich der Golgi'sche ‚apparato reticolare‘ doch wesentlich von den Abbildungen, welche Holmgren giebt“. Hieran anknüpfend, giebt Studnicka an anderer Stelle [93] zu, dass vielleicht nur die feineren, ebenfalls dichte Netze bildenden Kanälchen mit den Golgi'schen Structuren übereinstimmen, während die gröberen Kanälchen allein den Holmgren'schen entsprechen, wogegen wiederum Holmgren [47 p. 288] bemerkt, dass er seinerseits keinen Anlass hat, zwei anstatt einer einzigen Art derartiger Bildungen anzunehmen.

Der Ansicht, dass die von Holmgren beschriebenen Bildungen in keiner Weise mit dem Golgi'schen endocellulären Apparat in Zusammenhang zu bringen sind, möchte auch ich mich nicht anschliessen. Vielmehr möchte ich die Holmgren'schen Beobachtungen in zwei Phasen einteilen, auf welche auch Kopsch [74], und Solger [84] hingewiesen

haben. Die erste umfasst alle diejenigen Mitteilungen, welche die Structures allein nur als „Saftkanälchen“ bezeichnen, während die zweite Phase mit der Entdeckung des „Trophospongiums“ beginnen würde. Die „Saftkanälchen“ möchte auch ich in keinerlei Beziehung zu den Golgi'schen Gebilden stellen, obwohl Holmgren [55] gerade in neuester Zeit dafür eintritt, nur die „Saftkanälchen“ und nicht das „Trophospongium“ mit dem Golgi'schen Netzwerk zu identifizieren. Dagegen glaube ich, dass man dem „Trophospongium“ eine *gewisse* Uebereinstimmung mit dem „Apparato reticolare interno“ nicht wird absprechen können, da gewisse Momente vorhanden sind, die beide Structures gemeinsam aufweisen. So z. B. die ektoplasmatistische Randzone der Zelle, welche bei Golgi zwar stets, bei Holmgren nicht immer, aber auch sehr häufig [42 p. 390; 46 p. 16, 49, 82; 47 p. 312] frei bleibt, die bisweilen vorhandene lobuläre Anordnung der Netz- resp. Trophospongienfäden, wie auch allgemein die grosse Aehnlichkeit in Gestalt und Verzweigung der beiden Bildungen.

Bevor ich in der Besprechung der weiteren Arbeiten fortfahre, welche sich ausser den angeführten mit der Frage der Golgi'schen resp. Holmgren'schen Netzstructures beschäftigen, möchte ich nicht unterlassen, einiger Mitteilungen Erwähnung zu thun, die, schon lange vor Bekanntgabe der besprochenen Befunde, über sehr ähnliche Gebilde berichten. So beschreibt Nansen [67] schon im Jahre 1886 in den Spinalganglienzellen von *Myxine glutinosa* und in Ganglienzellen von Säugtieren eine Structureigentümlichkeit, welche in einiger Entfernung rund um den Kern verläuft und die er als „primitive tubes“ bezeichnet. Ausserdem sah er in sehr vielen Zellen ein „spongioplasmic reticulation“ zwischen den „primitive tubes“, welches sich von der umgebenden Neuroglia-schicht in das Protoplasma fortsetzt und mit der spongioplasmatischen Scheide der „primitive tubes“ eng zusammenhängt. Nansen glaubt es sogar mit einer Structur von ziemlich allgemeiner Natur zu thun zu haben und spricht deshalb seine Verwunderung darüber aus, dass dieselbe vorher noch nicht beschrieben worden ist. Daher verhält er sich hinsichtlich der Deutung dieses Gebildes auch abwartend, indem er schliesst: „We know of course yet to little of these structures to attempt to say anything of their signi-

ficance.“ — Aus derselben Zeit stammt auch ein Kaninchenleber-Präparat, welches aber erst jetzt von Schaefer [81, 82] beschrieben wird. Dieses wurde durch Injection mit Carmin-Gelatine von der Pfortader aus gewonnen und auf Veranlassung von Carlier, dem Assistenten von Schaefers Vorgänger, Rutherford, hergestellt, der in demselben „a network of fine varicose canaliculi“ entdeckte. Diese Bildungen werden aber von Holmgren [50 p. 483], der ein Präparat selbst durchgesehen hat — im Gegensatz zu Browicz [14 p. 20], der hierzu auch Gelegenheit hatte und sich auf sie stützt —, für „Kunstproducte infolge gewaltsamer Injection“ gehalten. — Ähnliche Erscheinungen und gleichfalls durch Injection — in diesem Falle vom Bulbus aortae aus — gewannen W. Fraser und H. Fraser [23] in dem Protoplasma der Leberzellen von Rana. Welche Bedeutung aber diesen von Bethe [8 p. 307] erstrebten, vermittelt der Injection hergestellten Präparaten thatsächlich bei Lösung der Frage von der eventuellen Kanalnatur der endocellulären, netzartigen Bildungen beizumessen ist, müssen weitere, derartige Untersuchungen lehren. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass sich seit, oder sagen wir besser trotz der Bekanntgabe der Golgis'chen und namentlich der Holmgren'schen Structuren keine weiteren diesbezüglichen Angaben in der Litteratur finden.

Von weiteren Beobachtungen über das intracelluläre Netzwerk ist diejenige zu erwähnen, welche Bochenek [9] in den Nervenzellen von *Helix pomatia* gemacht hat. Während er in allen Nervenzellen ein intracelluläres Netz von Fibrillen sah, konnte er die Holmgren'schen Kanälchen nur in den grössten Zellen feststellen. Auch Bochenek erwähnt, dass Fortsätze der umgebenden Neurogliazellen sich in diese Nervenzellen einstülpen und dort verzweigen, und, was ganz besonders auffallend ist, es thun dies nicht allein die Fortsätze, sondern die ganzen Neurogliazellen können sich so in die Nervenzellen einstülpen. Aber, während nach Holmgren die Kanälchen innerhalb der Fortsätze entstehen sollen, nimmt Bochenek an, dass sich die letzteren gewissermaassen in freie Räume im Innern des Zellkörpers senken und diese sozusagen austapezieren. — Smirnow [87] ist der einzige, der ausser Holmgren [47] Gelegenheit hatte, Spinalganglien vom Menschen zu untersuchen und zwar diejenigen eines viermonat-

lichen Embryos, welchen er sogleich nach der vorzeitigen Geburt erhielt. Von dem hier beobachteten intracellulären Kanälchennetz sah er bisweilen Kanälchen, welche sich vom Protoplasma aus in den Kern fortsetzen (Fig. 8), „wo sie unmittelbar in die hellen, kanälchenartigen, netzbildenden Strecken übergehen“. — Ebenfalls mit diesen Gebilden in menschlichen Zellen, aber von der Leber, beschäftigt sich in mehreren Arbeiten Browicz [10—15]. Dieser beschreibt [14] innerhalb des Leberzellen-Parenchyms ein Gerüst, das ihn an Holmgrens „Trophospongium“ erinnert, und in welchem intracelluläre Kanälchen verlaufen, die inhaltslos leer, unsichtbar sind und erst, sobald sie mit irgend einem Inhalt gefüllt sind, mehr oder weniger zum Vorschein kommen. Von diesen Kanälchen unterscheidet Browicz [13] zwei Arten, „Ernährungs“- und „Secretions-(Gallen-)Kanälchen“, welche beide sogar bis in den Kern hineinreichen und hier gleichfalls ein System von feinen Räumen oder Kanälchen bilden sollen [11]. Die „Ernährungskanälchen“, welche auch mit den Blutcapillaren in enger Beziehung stehen sollen, hält Browicz [15] für identisch mit den von Holmgren [49, 50] beschriebenen intracellulären Kanälchen in den Leberzellen des Erinaceus, und sagt von ihnen, dass sie ständige Wege in Form eigentlicher Kanälchen sind, „welche, sobald sie offen sind, als Spalten, zusammengefallen unsichtbar sind und erst durch irgend eine Methode sichtbar gemacht, als gleichsam protoplasmatische Netze zum Vorschein kommen.“ Dieser Befund von dem gleichzeitigen Auftreten zweier verschiedener Kanälchensysteme (den „Saftkanälchen“ und „Gallencapillaren“) neben einander wird von Holmgren [52] bestätigt und erscheint diesem noch insofern von grosser, principieller Bedeutung, als man nunmehr nicht mehr berechtigt sein kann, die „Saftkanälchen“ mit binnenzelligen Secretcapillaren zu vergleichen oder gar zu identifizieren. Dagegen wird das von Browicz behauptete Verhalten der Kanälchenbildungen zum Kern und den Blutcapillaren von Holmgren angezweifelt, der aber [50] auf einen Zusammenhang derselben mit den perivascularären Interstitien hinweist, was wiederum von Browicz [15] bestritten wird, nach dem diese Interstitien in der That gar nicht existieren und erst infolge der Ablösung der Capillarwandungen entstehen. Zu dieser Frage nimmt auch noch Schaefer

Stellung [81, 82], indem er sich im grossen und ganzen — nur hinsichtlich des Kernes befindet auch er sich im Gegensatz — auf den Standpunkt von Browicz stellt und durch das bereits oben besprochene, injizierte Präparat der Kaninchenleber den objectiven Beweis von der Richtigkeit der Browicz'schen Anschauung geben zu können glaubt. Gleichzeitig beschreibt er genau ähnliche Erscheinungen in einer Katzenleber. — In vielen Drüsenzellen der menschlichen *Regio respiratoria* beobachtete noch Schmincke [84] im Protoplasma des Zellkörpers feinste Kanälchen oder Hohlräume, die in der Nähe des Kernes, oft unter gabliger Teilung endigen und sich frei auf der basalen Seite der Zelle öffnen. Diese intracellulären Gebilde stellt Schmincke den intracellulären Kanälchen Holmgrens, wie er sie in den Ganglienzellen beschrieben hat, zur Seite und hält sie für etwas seinem Trophospongium Identisches. Aehnliches beschreibt Saint-Hilaire [80] an den Drüsentubulis von *Umbrella*, wo er in den eosinophilen Zellen unter anderen bemerkenswerten Bildungen im Protoplasma kleine Hohlräume wahrnehmen konnte, die das Aussehen von Kanälchen haben und sich an der Basis der Zellen nach aussen öffnen. Nach Saint-Hilaire sind dies augenscheinlich auch intracelluläre Gänge, wie sie von Holmgren in den verschiedenen Zellen geschildert werden. Hierher gehören auch die Untersuchungen Kolossows [58] in den verschiedenen Drüsenepithelzellen von *Felis domestica*. Dieser gelangt an der Hand derselben zu der merkwürdigen Schlussfolgerung, dass der Netzapparat der Schleimdrüsen „dem in der Nähe des oberen Kernpoles übrig gebliebenen Reste des alten, nicht entleerten *Secretes*“ entspricht und nichts anderes darstellt „als das intensiv gefärbte Protoplasma, sowohl in der nächsten Umgebung dieses *Secretrestes*, als auch zwischen dessen im Fixator halbgelösten Tropfen.“ Die in diesen Zellen mittelst der Golgi-Veratti'schen Methode nachgewiesenen „Netzapparate“ sollen also nichts anderes, als das Kunstproduct der Behandlung sein, indem man es hier einfach mit Silber imprägniertem Protoplasma der Zellen zu thun hat, „in welchem die *Secrettropfen* ungenügend durch Verattis Flüssigkeit fixiert wurden und infolgedessen bei ‚*ringiovanimento*‘ teilweise aufgelöst worden sind, indem sie vorher die Fähigkeit zur Imprägnation mit Silber bekommen haben.“

In einem gewissen Zusammenhange mit den Befunden Schminckes und Saint-Hilaires stehen die von Retzius [79] in dem Protoplasma der Riesenzellen des Knochenmarkes junger Kaninchen und Katzen gefundenen, intracellulären, kanälchenartigen Gänge, die sich auch hier und da an der Zelloberfläche öffnen, den Holmgren'schen Kanälchen so ähnlich sein sollen, dass Retzius an eine Übereinstimmung hinsichtlich der Natur derselben dachte, und nach ihm, gleich den intracellulären Gängen gewisser Drüsenzellen, wahrscheinlich Secretgänge darstellen. Dieselben als Saftwege sensu strictiori anzusehen, erscheint ihm zweifelhaft. Ebenfalls lieber den Secretcapillaren an die Seite stellen möchte Sjöbring [85] die intracellulären Netzwerke, welche er in den Ganglienzellen von *Erinaceus europaeus* und *Lepus cuniculus* mit seiner Formolfixierung sehr schön darstellte, weil sie in aller Hinsicht den Secretcapillaren der Belegzellen ähnlich sein und sich in Chromsilber schwarz färben sollen.

Kurz zu erwähnen wären auch die von Bugnion, Fuchs und Donaggio gemachten Befunde. Bugnion [16] hat sehr schöne, den Pensa'schen ähnliche Netze in den Knorpelzellen von Salamanderlarven beobachtet. Diese Netze sollen ganz besonders in aufgeblähten hypertrophischen Zellen erscheinen, welche man in der Diaphyse der langen Knochen, in der Epoche des Bildungsanfanges des Knochenhalses sieht. — Das von Fuchs [24] in den Epithelzellen des Nebenhodenkopfes von *Mus musculus* gefundene, merkwürdige Gebilde (Fig. 3—5, 13) von Birn- oder Herzgestalt, welches den Kern von oben her, quasi wie ein Hut, bedeckt und aus einem Fadenknäuel (Cytomitomteilen, die in ihren verschlungenen Netzen Mitochondrien bergen) sowie Fäden und Härchen besteht, soll nach Holmgren [50 p. 481 und 53 p. 83] seinen „Trophospongien“ entsprechen und zwar jenen der cylindrischen Epithelzellen in den cilienführenden Lebergangsepithelien von *Helix pomatia*. Fuchs selbst äussert sich zu dieser Frage nicht. — Donaggio [20] endlich hat zahlreiche Zellen der Spinalganglien und des Centralnervensystems von *Canis familiaris* untersucht, wobei er nicht nur die intracellulären Kanälchen, sondern auch Blutcapillaren im Protoplasma in einen hellen perinucleären Raum münden sah. Hinsichtlich dieses, wie wir noch sehen werden, mehrfach behaupteten

Vorkommens von Blutcapillaren in den Spinalganglienzellen möchte ich nicht unterlassen, gleich an dieser Stelle der Arbeiten Adamkiewicz's zu gedenken, welche sich mit diesem Problem eingehend beschäftigen.

Dieser [1, 2] beschreibt in den Spinalganglienzellen des menschlichen Plexus brachialis einen eigenen Blutgefäßapparat derart, dass feine arterielle Capillaren, welche nur Blutflüssigkeit enthalten („*vasa serosa*“) die Ganglienzellen wie einen Handschuh überziehen, die Venen aber nicht nur die Ganglienzelle quer durchlaufen („*Centralvenen*“), sondern auch in den Kern eintreten und mit dem Binnenraum desselben in Verbindung stehen, „der die Form einer im Centrum vom Kernkörperchen eingenommenen Hohlkugel besitzt“. Für diese seine Lehre, dass „Zellen mit einem eigenen, dem Kreislauf dienenden Apparate versehen“ und „somit die primitivsten Organe des Körpers“ sind, glaubt Adamkiewicz [1] in Holmgren [41] und Studnicka [92] zwei Verteidiger zu sehen. Hiergegen wendet sich aber Holmgren [44, 55] ganz entschieden und behauptet, dass seine „Saftkanälchennetze“ mit den einfachen und gestreckt verlaufenden Blutbahnen Adamkiewicz's gar nichts zu thun haben. Demgegenüber tritt Schlater [83] ganz neuerdings sehr warm für die Adamkiewicz'sche Theorie ein, die durch die ganze Litteratur über die intracellulären Capillaren der Leberzelle nicht wenig gestützt werde. —

Mittels einer ganz besonders einfachen Behandlungsweise, nämlich durch langdauernde Einwirkungen von 2% wässriger Osmiumsäurelösung, bringt Kopsch [60] in den spinalen Ganglienzellen und anderen Körperzellen verschiedener Vertebraten ein „Binnennetz“ zur Darstellung, welches mit dem „*Apparato reticolare interno*“ Golgi's vollständig übereinstimmt, während Kopsch von den Holmgren'schen Gebilden nur das „*Trophospongium*“ zum Vergleich heranzieht. Die Darstellbarkeit dieses Binnennetzes mittelst der Osmiumsäure-Methode nach Kopsch und seine Identität mit dem Golgi'schen endocellulären Apparat sind Gegenstand meiner eigenen, noch zu besprechenden Untersuchungen bei den verschiedensten Vertebraten und Evertebraten, weshalb ich an dieser Stelle dieselben noch nicht besprechen, sondern nur im voraus betonen will, dass meine Ergebnisse die Kopsch'schen Angaben in jeder Hinsicht vollauf bestätigen. Ich will hier nur auf die Worte

Waldeyers [99] hinweisen, der bei Vorlegung der Kodsch'schen Arbeit in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Sitzung vom 31. Juli 1902) die Vorzüge der neuen Methode hervorhob, welche nach ihm in der Sicherheit des Gelingens, der Vollständigkeit der Färbung und ferner in der kritischen Bedeutung bestehen, welche dieselbe hinsichtlich der in den Ganglienzellen beschriebenen „Saftkanälchen“ hat.

* * *

Nachdem wir nun einen Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der verschiedenen Ansichten bezüglich der Frage des Binnennetzes erhalten haben, wollen wir im Folgenden noch kurz auf die wichtigeren Einzelheiten desselben in den Spinalganglien, soweit dieselben mehr oder weniger strittig sind, eingehen und sie mit einander vergleichen.

Beginnen wir mit der *Lage des Binnennetzes*, so wissen wir aus dem Vorhergegangenen, dass dasselbe endocellulär gelegen und meist eine freie Zone zwischen sich und dem Kern einerseits, zwischen seiner Peripherie und der Zellenoberfläche andererseits aufweist. Ein Gesetz bezüglich der besonderen Lage des netzförmigen Apparates giebt es nach Golgi [31 p. 282] nicht. Und in der That, die Litteratur erwähnt genügend Abweichungen von dieser häufigsten Art. So finden wir schon bei Golgi (ebendas.) den Hinweis, dass in den spinalen Ganglienzellen recht oft, bei teilweiser Reaction, Stücke des Apparates über den ganzen Zellkörper verteilt sind, während er [33 p. 275] noch gerade bei diesen Zellen „die peripherische Lage mit Stellung der Aussenfläche gegen das Centrum“ als besonders charakteristisch ansieht, wobei aber immer eine freie Randzone bleibt. Die Lage des „Binnennetzes“ ist von derjenigen des Kernes stark beeinflusst. Liegt dieser in der Mitte der Zelle, so umgiebt ihn das Binnennetz kranzförmig (Golgi, Holmgren, Kopsch), befindet er sich mehr excentrisch, so liegt die Hauptmasse des Netzes in dem entgegengesetzten Teil der Zelle. Immer aber liegt das Netz zwischen dem Kern und der freien Oberfläche der Zelle, selbst in jenen Zellen, wo nur die von Golgi [31 p. 282] beschriebenen spirillen-weinreben-keulenartigen oder die dem bekannten nuclearen Spirem ähnlichen Bruchstücke des Netzapparates anzutreffen sind. Erwähnenswert ist hier vielleicht gleich die von Holmgren [49, 50, 81] bei verschiedenen Drüsenzellen gemachte Be-

obachtung hinsichtlich der Lage seines „Trophospongiums“, nämlich zwischen Kern und Drüsenlumen. Da in den Nervenzellen dieses meist central gelegen und in den Drüsenzellen das Endoplasma der Träger der Stoffwechselprocesse ist, so glaubt Holmgren in diesem Parallelismus einen wichtigen Beleg für die Deutung des „Trophospongiums“ zu haben.

Hinsichtlich der *Anordnung der Fäden* ist dem eingangs Gesagten noch hinzuzufügen, dass dieselbe meist gleichfalls recht unregelmässig ist. Golgi [31 p. 281] erwähnt schon, dass auf Abschnitte, welche sehr fein und von einer gewissen Regelmässigkeit sind, andere folgen, die Erweiterungen und Verengerungen aufweisen, compliciert durch seitliche Verlängerungen, bald in kurzer Entfernung in einer runden oder keulenförmigen Anschwellung endigend, bald nach gewundenem Lauf in andere Fäden übergehend. Dies soll am besten in den Präparaten hervortreten „dans lesquelles la réaction n'est que partielle“. Die oben beschriebene „lobuläre Anordnung“ — nach Golgi [33 p. 275] das charakteristischste Zeichen — lässt an der peripher gelegenen Basis zahlreiche Fädenverbindungen zwischen den papillenartigen Läppchen erkennen, wogegen diese gegen das Innere eine gewisse Tendenz zur Isolierung zeigen, obwohl auch hier Verbindungsfäden zwischen dem einen und anderen Netzkegel nicht gerade selten sein sollen. — Retzius [78 p. 74] sah in Zellen ein und desselben Spinalganglions von *Lepus cuniculus* (8 Tage alt) weitmaschige und schmale Netze; letztere zeigten ab und zu kleine Erweiterungen. In denselben Zellen beobachtete er auch das Fehlen von Maschen und statt ihrer blind endigende Ausläufer vom Netz ausgehen. Ähnlichen Differenzierungen der Fäden begegnen wir auch in den centralen Nerven und in den verschiedenen Körperzellen, wie es u. a. die Mittheilungen Verattis [95], Negris [69], Totsukas [94] beweisen.

Die Gestalt des Netzes in seiner Gesamtheit ist ebenfalls in allen Zellarten von der Form der zugehörigen Zelle abhängig und mit ihr mehr oder weniger übereinstimmend. So ist dieselbe in den spinalen Ganglienzellen typisch kugelig, in den centralen Nervenzellen variabel (Golgi, Soukhanoff), was auch von den verschiedenen Körperzellen — ihrer verschiedenartigen Gestalt entsprechend — behauptet wird

(Negri, Totsuka). Dementsprechend besitzen wir in der Kenntnis dieser Eigentümlichkeit des Binnennetzes das erste Unterscheidungsmerkmal desselben in den verschiedenen Zellarten, zu welchen sich, wie wir bald kennen lernen werden, noch einige gesellen.

In dem *Verhalten der Fäden des Apparates zum Kern* werden auch gewisse Schwankungen beobachtet. So ist bisweilen ein kleiner, perinucleärer Hof beschrieben worden (Golgi, Soukhanoff, Fürst), der jedoch nicht immer von den Fortsätzen des Netzes verschont bleibt. So konnte Golgi [33 p. 278] häufiger beim Foetus, als in vorgeschrittenen Phasen, feststellen, dass der Apparat mit dem Kern in Contact steht und zwar meist mit Hülfe kurzer und feiner Ausläufer, welche in einer leichten Anschwellung endigen.

Bei neugeborenen Tieren sind Kranzformen um den Kern mit freier, perinucleärer Zone nicht selten; doch auch hier kann man häufig Netzfäden in unmittelbarer Berührung mit dem Kern sehen. — Ebenso beschreibt Retzius [78 p. 75], wie schon erwähnt, zwei Präparate der Spinalganglien von *Felis domestica*, in denen die Netzmanchen dicht an der Kernmembran liegen, welche bei Veratti [95 p. 191] meistens deutlich eine glänzende Linie bildet.

Fast übereinstimmend lauten die diesbezüglichen Schilderungen der Holmgren'schen Gebilde. Auch Holmgren [46 p. 82] spricht davon, dass das Netz der intracellulären Kapselfortsätze eine mehr oder weniger schmale Zone dicht um den Kern herum frei lässt. Diese perinucleäre Zone ist nach Colucci [18] ein Bestandteil vieler Nervenzellen, auch im reifen Zustande. Es bleibt aber nach ihm zweifelhaft, ob dieselbe immer mit dem intracellulären Netz in Verbindung zu bringen ist. Fragnito [21, 22] giebt diesem perinucleären Raum zweierlei Bedeutung. Einmal sollen in ihm die Holmgren'schen Kanälchen einmünden, sodann aber auch aus demselben die Centralvenen Adamkiewicz's entstehen, so dass er gewissermassen das Centrum für zu- und abführende Gefässe bilden würde. Für diese Auslegung ist aber Fragnito bisher jeden Beweis schuldig geblieben. Die Bildung dieses Raumes soll nach diesem Autor genau in derselben Weise erfolgen, wie die der Kanälchen, nämlich dadurch, dass zwischen dem Neuroblast, der den Kern der zukünftigen Zelle bilden soll, und jenen,

aus denen das Protoplasma entsteht, ein Zwischenraum übrig bleibt und sich erhält. — Dann finden wir wieder Angaben (Studnicka, Donaggio), nach denen diese Bildungen gleichfalls ganz nahe zu dem Kern führen, so dass sie, wie Studnicka [92 p. 399] behauptet, von seinem Inhalte nur noch durch die dünne Membran desselben geschieden sind. Noch weiter gehende Beobachtungen hat wiederholt Holmgren [41, 46, 50] aufzuweisen, der sogar mehr oder weniger starke Einbuchtungen des Kernumfanges feststellte. — In einem Punkte stimmen aber alle Angaben überein, sowohl diejenigen, welche den Golgi'schen „Apparato reticolare interno“ untersuchten (Golgi, Veratti, Negri), als auch jene, welche sich mit den Holmgren'schen Gebilden beschäftigten (z. B. Holmgren, Schaefer), nämlich darin, dass die Netzfäden des ersteren, oder Teile der letzteren *niemals* in den Kern selbst eindringen.

Die gegenteiligen Anschauungen, welche von Adamkiewicz [1], Schlater [83], Browicz [10, 11, 12], Smirnow [87] vertreten werden, bestreitet eine grosse Anzahl der oben angegebenen Autoren ganz entschieden, so dass erst sehr viele und eingehende weitere Untersuchungen diese momentan noch mehr als zweifelhafte Behauptung aufklären können.

Von einigen bemerkenswerten Einzelheiten sind hier noch hervorzuheben, dass Holmgren [43, 46] eine glomerulusähnliche Bildung der Kanälchen an dem einen Umfange des Kernes sah, eine Beobachtung, welche auch Nelis [70 p. 116] machte.

Ich möchte es nicht unterlassen, an dieser Stelle gleich der *Beziehungen* Erwähnung zu thun, welche nach Ballowitz [6] *zwischen den Netzkörben und den Centralkörpern* insofern bestehen sollen, „als die letzteren stets im Bereich der Netzkörbe angetroffen werden“. Ballowitz glaubt auch aus den Abbildungen vermuten zu können, dass die von Negri demonstrierten Netzapparate ebenfalls in einer bestimmten Beziehung zu den Centralkörpern stehen, da der z. B. in den Drüsenzellen beschriebene „Apparato reticolare interno“ gerade in dem Raume der Zelle gelegen ist, der auch der constante Sitz der Centralkörper dieser Zellen ist. Dadurch werde es sehr wahrscheinlich, „dass auch hier eine intime Lagebeziehung zwischen den Centralkörpern

und dem Apparato reticolare besteht“. — Eine gewisse Verbindung der verschiedenen Binnenbildungen mit der Sphäre vermutet auch Fürst [27 p. 415], während Pensa [74, 75] zwar ebenfalls in einigen Präparaten (*Cavia cobaya*, *Felis domestica*) die Anwesenheit einer, ein einziges oder auch mehrere Centrosomen enthaltenden Centrosphäre feststellen konnte, hierzu aber bemerkt „je ne saurais donc voir entre celui-ci et l'appareil réticulaire décrit des rapports assez grands pour pouvoir admettre que cet appareil fait partie de la structure d'une centrosphère“; obwohl er nicht ausschliessen will, dass in gewissen Fällen der netzförmige Apparat derart geordnet sein kann, dass er besondere Verbindungen mit der Centrosphäre zeigen kann, da ja bekanntlich die Anwesenheit einer solchen in einer Zelle Änderungen im Aussehen des Zellprotoplasmas selbst veranlassen kann. Diesem negativen Schluss stimmt auch Golgi [36b] bei, indem er ausführt, dass der Netzapparat nicht zur Structur der Centrosphäre gehört, welche Anschauung in dieser Frage Heidenhain [38 p. 531] gleichfalls vertritt. — Ohne sich zu der Frage selbst zu äussern, beschreibt Studnicka [93] in den Ganglienzellen von *Lophius* das Vorkommen eines Centrosoma, um welches die Kanälchen ein besonderes Netz bilden. Einen ähnlichen Befund hat Holmgren [52 p. 13, Fig. 3] aber in der Leberzelle vom *Erinaceus* aufzuweisen, indem hier im Centrum des Kanälchenknäuels 2—3 Centrosomen liegen, und Smirnow [87 p. 463, Fig. 9] endlich sah im Protoplasma einer Spinalganglienzelle eines menschlichen Embryos in der Nähe des im ruhenden Zustande befindlichen Kernes ein Spindelgebilde, welches er für eine achromatische Spindel hält und an dessen Polen die Centrosomen gelegen waren. Smirnow erscheint „das Vorhandensein einer solchen vollständig ausgebildeten Spindel in einer Nervenzelle, deren Kern dem Anschein nach die bis jetzt bekannten morphologischen Erscheinungen nicht darbietet, welche den Teilungsprocess charakterisieren“, sehr bemerkenswert.

Während das Binnennetz, wie wir gesehen haben, um den Kern herum meist — aber nicht immer — eine Zone frei lässt, ist es in den Spinalganglien nach aussen scharf begrenzt und enthält zwischen seiner Peripherie und der Oberfläche der Zelle stets eine *freie*, mehr oder weniger breite *Randzone* (Golgi, Soukhanoff, Kopsch). Dieses

völlige Fehlen des Netzes in dem peripherischen Saum ist selbst in Zellen vorgeschrittenen Alters vorhanden, wenn derselbe hier auch viel winziger, als in jungen Zellen ist (Golgi 33 p. 275). Auch in den Ganglienzellen des Sympathicus konnte Veratti [95 p. 191] feststellen, dass die Netzfäden in einer, wenn auch nur schmalen peripherischen Zone nicht auftreten, und Fürst [25, 27 p. 391] betont von den ringförmigen Bildungen bei *Trutta salar*, dass er dieselben nicht in der äussersten Zone der Zelle gefunden hat. Diesen Feststellungen stehen allein die bereits (auf Seite 533) eingehend besprochenen Angaben Holmgrens, Retzius' und Smirnows gegenüber, die in einigen, wenigen Zellen der Spinalganglien Netzausläufer bis zur Oberfläche der Zelle selbst verfolgen konnten. Ja, Holmgren [46 p. 34] sah sogar in den spinalen Nervenzellen von *Acanthias vulgaris* Kanälchen nur innerhalb der ectoplasmatischen Zone. Pensa [74 p. 185] konnte zwar auch weniger leicht eine freie Randzone in den Knorpelzellen unterscheiden; dies dürfte aber hier darauf zurückzuführen sein, dass sich Fäden der netzförmigen Membran in den Zellkörper hinein erstrecken. Wir werden noch an anderer Stelle kennen lernen, dass das Netzwerk der Spinalganglien sich gerade durch diese freie Zone von demjenigen anderer Zellen unterscheidet.

Holmgren [40 p. 119, 42 p. 390] findet es anfangs gleichfalls auffallend, „dass die Kanälchenguirlande nicht die ectoplasmatische Zone der Zelle erreicht“ (Spinalganglienzellen von *Lepus cuniculus*), und an anderer Stelle [46 p. 16] spricht er sich dahin aus, dass die Kanälchen die ganze, oben genannte Zone frei lassen. Manche Zellen sollen aber gar keine ectoplasmatische Zone zeigen und in diesen breiten sich dann die Kanälchennetze bis an die Randzone der Zelle aus. Holmgren [ebendas. p. 49] hält es deshalb für sehr wahrscheinlich, „dass die sogenannte ectoplasmatische Zone hauptsächlich in der Abwesenheit der Kanälchen begründet ist“. Noch in derselben Arbeit [p. 82] und in einer anderen [32 p. 312] behauptet er dann, dass die „intracellulären Kanälchen meist im Endoplasma vorhanden sind, während dies im Exoplasma nicht zu sein braucht“. Er bleibt aber dabei die Erklärung dafür schuldig, wo die Verbindungen der im Endoplasma gelegenen „Kanälchen“ — welche, wie er behauptet, extracellulären

Ursprungs sind — mit den von ihm [43, 46, 47] und anderen Autoren (Retzius [79], Sjoval [86], Smirnow [87], Pugnât [76]) beschriebenen ausserhalb der Zelle befindlichen Fortsetzungen derselben in diesem Falle bleiben. Diese Fortsetzung der Kanälchen nach ausserhalb des Körpers der Ganglienzelle konnten dagegen Studnicka [92] und Fragnito [21] nicht sehen, und auch Golgi, Kopsch, Negri, Soukhanoff bestreiten jede Beziehung ihrer Netzbildungen zu ausserhalb der Zelle gelegenen Teilen, da sie solche trotz sehr zahlreicher Beobachtungen nie finden konnten.

Ueber die *Beziehungen*, die *zwischen dem Netzwerk und den Zellfortsätzen* bestehen könnten, liegen gleichfalls nur wenige Beobachtungen vor. Veratti [95 p. 191] war es nicht möglich gewesen, irgend welche Verbindung zwischen dem ersteren und den letzteren — den protoplasmatischen Fortsätzen sowohl, wie dem nervösen — wahrzunehmen, wogegen ja auch schon die von Golgi, Kopsch u. a. beschriebene peripherische Begrenzung spricht. Holmgren dagegen sah Kanälchen, sowohl innerhalb der Dendriten, und zwar in Nervenzellen des Sympathicus der Vögel [46 p. 29] — wobei er bemerkt, dass so auch das Verhältnis bei den Säugetieren ist —, wie auch in dem Axencylinder, hier in den Schlundganglien von *Helix* [45 p. 293], in den Spinalganglien von *Gallus* [46 p. 45] und *Petromyzon fluviatilis* [ebend. p. 37; 43 p. 123]. Letzterer Befund wurde zuerst von Studnicka [92 p. 400], und zwar in den Ganglienzellen des Rückenmarkes dieses Tieres gemacht. Auf das diesbezügliche Verhältnis in anderen Nervenzellen komme ich später noch einmal zurück.

Recht interessant sind die *Unterschiede des Netzwerkes*, welche vom *Alter des Tieres abhängen* und meist sehr markiert sind. Golgi [31] betont wiederum als erster, dass bei jungen Tieren, besonders bei Neugeborenen, der netzförmige Apparat, obwohl stets zusammengesetzt, gewöhnlich relativ einfach ist. Daher scheint ihm auch das mehr oder weniger scharfe Hervortreten des Apparato teilweise wenigstens von dem Alter der Tiere abhängig zu sein. Je nach der Entwicklung derselben wird der netzförmige Charakter bestimmter, augenfälliger und gleichmässiger, wobei derselbe überdies in den Nervenzellen ausgewachsener Tiere einen grösseren Teil der Zell-

substanz einnimmt. Hierzu kommt noch [33], wie schon erwähnt, dass die periphere, freie Zone in Zellen älterer Tiere viel schmaler ist, als in jenen junger Individuen, und bei der Golgi-Methode die Reaction, welche den endocellulären Apparat betrifft, bei den ersteren viel häufiger nur partiell ist, als bei den letzteren. Ferner findet man in demjenigen Zellsegment, in dem der „Apparato reticolare interno“ fehlt, stets eine Pigmentanhäufung, und diese fehlt selten in Zellen älterer Tiere.

Gehen wir die verschiedenen Entwicklungsperioden systematisch durch, so sehen wir, dass in einem ganz frühen Stadium (2.—3. Monat des foetalen Lebens) der Apparat sich auf einen excentrisch gelegenen Punkt der Zelle, seitlich vom entgegengesetzt befindlichen Kern, concentriert und eigentlich noch nichts Netzartiges, sondern vielmehr einen verschlungenen Faden mit vielen seitlich abgehenden und knopfförmig endigenden Zweigen darstellt. Bei einem ungefähr dreimal so langen Foetus liegt der schon gut ausgeprägte Netzapparat in einer excentrischen Zone der Zelle, während der Kern in die entgegengesetzte excentrische Zone gedrängt scheint. Neugeborene Individuen lassen in den Zellen schon das Vorherrschen des netzförmigen Charakters erkennen, und mit dem weiteren Wachstum der Tiere geht auch die stärkere Ausprägung des Netzes conform, bis das eingangs geschilderte Bild des Apparates erreicht ist, in welchem meist das Netzwerk den centralen Kern umgiebt. In ähnlicher Weise finden sich auch Unterschiede bei den Zellen verschiedenen Wachstums des Centralnervensystems [Golgi 32, 34]. Diesen Golgischen Mitteilungen über die auffallende Verschiedenheit in den einzelnen Entwicklungsphasen. sowohl hinsichtlich der Netzstruktur selbst, wie auch bezüglich der gegenseitigen Lage der einzelnen Zellteile, kann Holmgren [46, 47] für seine Bildungen völlig beistimmen. Sonst erwähnen derartige Unterschiede nur noch Fürst [25, 27], Veratti [95] und Retzius [78].

Weist nun, wie wir soeben erfahren haben, das Netzwerk in Zellen verschiedener Entwicklungsperioden Abstufungen auf, so sind andererseits auch *zwischen den verschieden grossen Zellen ausgewachsener Individuen Unterschiede* festgestellt worden. So fand Holmgren [46] in den kleineren und mittelgrossen Zellen der Spinal-

ganglien von *Lepus cuniculus* seine „Kanälchen“ von mehr unregelmässigem Auftreten, während sie in den grösseren Netzwerke bilden. Auch Fürst [27] betont, dass er seine Ringbildungen bei *Trutta salar* weder in den sehr grossen, noch in den kleineren, sondern nur in grösseren Zellen sah; während Sjövall [86] sogar hierin einen Typus der „grossen“ und einen solchen der „kleineren“ Zellen in den Spinalganglien des *Erinaceus* unterscheidet, eine Einteilung, welche andeutungsweise auch schon Studnicka [93] bei *Lophius* macht, und Bochenek [9] fand bei *Helix pomatia* die Kanälchen nur in den grössten Zellen.

Ferner ist noch zu vermerken der *Unterschied*, welcher zwischen dem *Binnennetz der spinalen* und dem der *centralen Nervenzellen* besteht. Das am meisten hervortretende Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem Netzapparat der Spinalganglienzellen, für welche die scharfe periphere Begrenzung desselben ja charakteristisch ist, bilden bei den Zellen des Centralnervensystems [Golgi, 34] die vom endocellulären Apparat ausgehenden Fortsätze, welche sich mehr oder weniger weit in die Protoplasmafortsätze erstrecken, und deren Zahl von der Grösse und dem Alter der Zellen abhängt [Golgi 32]. Sodann ist das Netzwerk der ersteren dichter und sein Netzcharakter ausgeprägter als in den letzteren [Soukhanoff, 90], und schliesslich ist die Form des Apparates entsprechend den verschiedenen Zellformen verschieden von einander. Für die Zellen der Hirnrinde kommt noch eine besondere, von Golgi [35 p. 586] entdeckte Eigentümlichkeit hinzu, dass die scheinbar homogene, periphere, freie Zone aus äusserst feinen Fibrillen besteht, die in die Plasmafortsätze, wie auch in den Nervenfortsatz eintreten, aber mit dem „Apparato reticolare interno“ keinerlei Verbindung haben. Und in den Zellen des Rückenmarks tritt wieder eine grössere Accentuierung der Knotenpunkte, sowie eine stärkere Unregelmässigkeit der Netzfäden, welche gern bandförmig sind, hervor. —

Zwei Eigentümlichkeiten, auf welche Holmgren bei seinen Bildungen aufmerksam macht, möchte ich der Vollständigkeit wegen nicht unterlassen, hier einzufügen. Die eine trifft das „*Verhältnis der Nissel'schen Körperchen zu den Kanälchen*“, die andere bezieht sich



auf die *Veränderungen* derselben, hervorgerufen *durch Reizung vermittelt der Inductionsströme*. Was nun die erstere anbelangt, so will Holmgren [43, 46, 47, 51] besondere Tigroidansammlungen im Anschluss an bestimmte Kanälchenausbreitungen setzen, der Art, dass dort, wo die „Kanälchen“ zahlreicher und dilatierter sind, die Nissel'schen Körperchen ebenfalls vermehrt sind, während in denjenigen Zellzonen, welche der Kapselfortsätze entbehren, auch jene fehlen. Dies ist z. B. der Fall mit der sogenannten ectoplasmatischen Zone, und dem grössten Teil der Zone dicht am Kern, so dass Holmgren an einen causalen Zusammenhang dieser beiden Zellstructuren glauben möchte. Auch hinsichtlich dieser Anschauung kann Fragnito [21] sich mit Holmgren nicht einigen, sondern tritt vielmehr für einen morphologischen Zusammenhang der beiden Gebilde ein, der in der Entwicklungsgeschichte seine Erklärung findet. Ebenso spricht sich Fürst [27] dahin aus, dass die Ringe in seinen Präparaten nichts mit den Nissel'schen Körperchen zu thun haben, was er durch die Färbung nachgewiesen hat.

Bei *Reizung der spinalen Nervenzellen durch Inductionsströme* beobachtete Holmgren [43, 46, 47] eine beinahe gleichförmige Dilation sämtlicher Kanälchen und eine auffallende Vermehrung der Nissel'schen Körperchen. Holmgren [46] ist sogar der Meinung, dass die elektrische Reizung „uns am besten die wahre Natur der Golgi'schen Chromsilberbilder verstehen lässt“; denn durch dieselbe wird die Zelle „ebenso reichlich mit Kanälchen durchsetzt, wie die Chromsilbermethode Netzwerke darstellt“. Fragnito [21] verhält sich hierzu ebenfalls ablehnend. Er ist nicht der Ansicht, dass das eine auch hier der Effect des anderen ist, sondern sieht in jedem der Phänomene die direkte Folge der elektrischen Reizung. —

Eine weitere Frage bei den Holmgren'schen Bildungen, welche gleich bei dieser Gelegenheit ihre Erörterung finden kann, ist die nach der *Begrenzung der „Kanälchen“*. Zuerst ist Holmgren [41] unentschieden, „ob die fraglichen netzbildenden Röhrchen eigene Wände besitzen oder nicht“, eine Anschauung, die auch Smirnow [87] auf Grund eigener Untersuchungen teilt. Dann stellt Holmgren [42, 43, 46] durch Färbungsmethoden, wie auch durch die elektrische Reizung [46]

fest, dass „die Kanälchen in der That eigene Begrenzung haben“, so dass er glaubt, dass *„manches, was sich jetzt als Kanälchen mit deren scharfen Wänden, als für die Zelle selbst eigentlich, fremdartige Dinge entpuppt hat, bisher ohne Zweifel als integrierender Teil der ‚Grundsubstanz‘ aufgefasst worden ist“* [43 p. 125]. Hierzu giebt Studnicka [93] dann bekannt, dass er die von Holmgren beschriebenen, färbbaren Wandungen der „Kanälchen“ in sehr vielen und unter anderem besonders auch in den grösseren Kanälchen der Ganglienzellen von Petromyzon gefunden hat, während er dieselben in anderen Fällen wieder trotz starker Färbung nicht beobachten konnte. Bethe [8] konnte zwar auch an seinen Präparaten solche Grenzlinien deutlich sehen und dieselben bis über die Zellgrenzen verfolgen, ist aber im Gegensatz zu Holmgren der Meinung, dass die Darstellbarkeit einer gefärbten Grenzlinie, namentlich bei der excessiven Färbung Holmgrens, für das Vorhandensein einer eigenen und specifischen Membran nichts Sicheres beweist. Und Browicz [14] endlich hat Befunde aufzuweisen, welche ebenfalls auf die Existenz eigener Wandlungen hindeuten.

Bald aber erklärt Holmgren [43, 46] wieder, dass „die Wandungen der Kanälchen sich in völliger Uebereinstimmung mit dem interstitiellen Gewebe färben“ und — an der Hand der heutigen histologischen Technik wenigstens — „beinahe unwahrnehmbar“ sind. Sie sollen nun nicht vom Nervenzellprotoplasma, sondern von Gewebsteilen anderer Herkunft — von Teilen des „Trophospongiums“ — abgegrenzt werden [47]. In einer seiner jüngsten Arbeiten [52] verlässt nun Holmgren auch diesen Standpunkt und erklärt, dass die durch Verflüssigung der Trophospongiumteile entstehenden Kanälchen je nach der Intensität oder Qualität der lokalen Stoffwechselprozesse sowohl vom Trophospongiumplasma, wie auch vom Zellplasma selbst begrenzt werden können. — Gegen die Annahme von eigenen Wänden der Kanälchen wenden sich noch Fragnito [21, 22], gestützt auf die Ergebnisse seiner embryaologischen Forschungen, sowie Sjövall [86], der bei seinen Präparaten dieselben weder optisch noch tinctoriell feststellen konnte, als auch Schmincke [84] und Kolster [59]. Stöhr [91] sah zwar gefärbte Wandungen, setzt aber zu der Behauptung hiervon ein Fragezeichen.

Schliesslich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass Golgi wiederholt jeden Zusammenhang seines „Apparato reticolare interno“ sowohl mit den von M. Schultze und Nissel beschriebenen Zellstrukturen [29, 36 a] wie auch mit denen Apathys [31, 32, 34, 36 a] anzweifelt. Namentlich auf die von letzterem beschriebene Organisationseigentümlichkeit in den Ganglienzellen geht Golgi näher ein und hebt als Unterschied gegen seine Befunde hervor, dass die primitiven Fibrillen Apathys sich nach ausserhalb der Zelle fortsetzen und sich innerhalb der Nervenfasern bis in die Endorgane verfolgen lassen. Dieser Ansicht tritt Veratti [95] vollständig bei und führt noch aus, dass der Apparato ausserdem weder mit den von Key und Retzius, Ehrlich, Aronson, Dogiel, noch mit den von Sala, Van Gehuchten, Ramon Y Cajal beschriebenen Zellstrukturen etwas gemein hat. Während Koellicker [57] betont, dass mit den s. Zt. von Adamkiewicz, Fritsch (bei Lophius) und Holmgren (1899) geschilderten, blutführenden Gefässen die Fadennetze von Golgi unzweifelhaft keine noch so geringe Uebereinstimmung aufweisen und Fürst [27] überzeugt ist, dass seine Ringe keinen direkten Zusammenhang mit den Nissel'schen Körpern haben.

* * *

Die *Deutung des Binnennetzes* ist einwandfrei bisher noch nicht gelungen, sondern ganz im Gegenteil in tiefste Dunkelheit gehüllt. Golgi hebt immer und immer wieder hervor, dass er hinsichtlich der physiologischen Bedeutung dieses eigenartigen endocellulären Gebildes nichts zu sagen in der Lage ist und ihm die morphologische Thatsache an sich schon bemerkenswert genug erscheint, um so mehr als er glaubt, dass der Apparato nur den bisher sichtbaren Teil feinerer und verwickelterer Eigentümlichkeiten darstellt. Gerade das Moment, dass mit den verschiedenen Methoden so abweichende Resultate erzielt wurden, dient Golgi [36 a] als Mahnung, bei den Nervenzellen mit den Schlussfolgerungen äusserste Vorsicht walten zu lassen. Immerhin erscheint es ihm denkbar [32, 34], dass der Netzapparat zu der Ernährung der Zelle in irgend einer Beziehung stehen könnte. Golgi weist bezüglich dieses Gedankens auf die von ihm und Erik Müller [65, 66] früher in den Belegzellen der Magendrösen auf-

gefundenen Kanälchen hin, bemerkt jedoch, dass diese dadurch abweichen, dass hier Beziehungen der extra- und intracellulären Kanälchen zu abführenden sich finden, welche bei den Nervenzellen nie vorkommen.

Die Ansicht Golgis, dass man die Bedeutung des netzförmigen Apparates in den Nervenzellen zunächst besser offen lasse, bis sichere Kriterien für ihre Natur gefunden seien, teilen auch Nelis [70], Obersteiner [71], Ramon Y Cajal [77], Soukhanoff [90], Veratti [95]. — Negri [69] ist zwar gleichfalls der Meinung, dass jedes Urteil ein gewagtes sei, hält es aber nicht für ganz unmöglich, dass „der Netzapparat nichts anderes sei, als der Ausdruck einer von den übrigen auf was immer für eine Weise differenzierten Partie des Protoplasma“, und Veratti [97] fasst die Fäden des Netzwerkes in den quergestreiften Muskelzellen gleichfalls als Specialisierung des Sacroplasmas auf. Demgegenüber hält es Kolossow [58] für wenig begründet, den „Netzapparat“ für den Ausdruck irgend einer Protoplasmadifferenzierung zu erklären. Kolossow erklärt denselben ja, wie schon erwähnt, für das Kunstproduct der Behandlung.

Diese Zellkörperbildungen glaubt Fürst [37] aus Cytomikrosomen (Mitochondrien) entstanden und eine bestimmte Function der Zelle andeutend. „Die verschiedenen Anordnungen und Formen dieser Gebilde bezeichnen Bewegungen und Veränderungen der Elementarteile.“

Retzius [78] spricht sich dahin aus, dass er von Anfang an am meisten geneigt war, die Golgi'schen Netze für Bahnen zu halten, welche von einer Flüssigkeit erfüllt sind, die sich durch Chromsilber dunkelbraun oder schwärzlich färbt. Seiner Meinung nach concentrieren sich die Ansichten immer mehr dahin, in den Golgi'schen Netzen eine Art von Saftwegen zu sehen. Indessen muss auch Retzius zugestehen, dass diese Frage noch nicht endgültig gelöst ist. Ziemlich derselben Anschauung ist Koellicker [57], der als das Wahrscheinlichste hervorhebt, dass die Fadennetze Golgis von feinen, wandungslosen Kanälchen herzurühren scheinen, welche als Saftbahnen gewissen chemischen Stoffumwandlungen im Innern der Nervenzellen entsprechen. — Dass Golgi sich in betreff der Deutung seiner Chromsilberbilder sehr vorsichtig hält, findet Holmgren [51] ganz natürlich, da er glaubt, dass

man niemals durch die von Golgi angewandte Methode allein die wahre Natur dieser endocellulären Structuren eruieren kann.

Hinsichtlich derselben bei seinen Bildungen glaubt Holmgren [42, 43, 45], dass dieselben lymphatischer Art sind, und da er dieselben mit dem Golgi'schen „Apparato reticolare“ identifiziert, so soll auch dieser thatsächlich einem Lymphspaltennetze entsprechen [44]. Er bezeichnet dieselben daher als „Saftkanälchen“, welche mit den extracellulären, lymphatischen Spalträumen direct communicieren [46] und höchst wahrscheinlich gewisse Stoffe dem Nervenzellkörper zu- oder abführen [47]. Da er inzwischen gefunden hat, dass diese „Saftkanälchen“ innerhalb eines Fortsatznetzes zu stande kommen, welches von den ausserhalb der Nervenzelle gelegenen Bindegewebszellen herrührt und das er als „Trophospongium“ bezeichnet, so stellen diese Fortsätze seiner Meinung nach eine Art trophische Einrichtung der Nervenzellen dar. Für die „Saftkanälchen“ möchte Holmgren [54] neuerdings auch die Bezeichnung „*Trophospongienkanälchen*“ gewählt wissen. Diese werden nun, lässt man das Tier hungern, sehr spärlich, können sogar fast gänzlich verschwinden, während die „Trophospongien“ selbst stets vorhanden sind. —

Eine grössere Anzahl Autoren wie: Donaggio [20], Fragnito [21], Kolster [59], Pognat [76], Retzius [79], Schmincke [84], Smirnow [87], Sjöbring [86] und Stöhr [91] bekennen sich ebenfalls zu der Holmgren'schen Auffassung von der lymphatischen Natur der Kanälchen. Fragnito und Pognat glauben, dass aus den pericellulären Gefässen die ernährende Materie durch diese Kanälchen in die innersten Stellen der Nervenzelle gelangt, wo sie verarbeitet wird, und die Abfallsproducte auf demselben Wege wieder aus der Zelle hinausbefördert werden. In ähnlicher Weise erklärt Schmincke die Thätigkeit der Kanälchen in den Drüsenzellen. Doch glaubt er noch, dass es sich um vergängliche, vom jeweiligen Secretionszustand der Zelle abhängige Gebilde handelt, wofür noch sprechen soll, dass man sie nicht in jeder Zelle finden kann.

Studnicka [92] lässt sich über die Bedeutung derselben nicht bestimmt aus, obwohl auch er sie schon mit der Ernährung der Zelle in Zusammenhang zu bringen sucht, ein Hinweis, den wir sogar schon

viel früher bei Fraser [23] bezüglich der mutmaasslichen Function seiner Protoplasmawage, die wir ja oben kennen lernten, finden.

III. Eigene Untersuchungen.

Methode.

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich der von Kopsch [60] beschriebenen Osmiumsäurebehandlung. Dieselbe besteht im wesentlichen darin, dass man in ein Glasröhrchen, welches einige Centimeter der zweiprocentigen wässrigen Osmiumsäurelösung enthält, wenige Spinalknoten bringt, die längere Zeit in dieser Lösung verbleiben müssen. Während dieser Zeit wird die Lösung ab und zu ein wenig geschüttelt und auch auf den Gehalt an Osmiumsäure geprüft. Dies geschieht einfach dadurch, dass man das Röhrchen ein wenig öffnet und den eventuellen Verbrauch der Osmiumsäure durch den Geruch prüft. Ist ein solcher mehr oder minder stark eingetreten, so setzt man der im Röhrchen befindlichen Flüssigkeit wenige Tropfen einer frischen Osmiumsäurelösung zu. Dies kann des öfteren wiederholt werden.

Die ersten Spuren des bei dieser Methode schwarz gefärbten Binnennetzes treten nach Kopsch schon am fünften Tage auf. In den nächsten Tagen wird das Binnennetz allmählich immer deutlicher ausgeprägt und soll meistens am achten Tage — eventuell nach einigen weiteren Tagen —, den Höhepunkt erreichen. Bei meinen Untersuchungen habe ich nun insofern eine geringe Abweichung festgestellt, als am zehnten Tage noch keine noch so geringe Andeutung des Binnennetzes beobachtet werden konnte. Erst am 13. Tage konnte ich bei einigen Tieren die ersten Anzeichen desselben entdecken, und mit die besten Resultate in der Ausprägung erzielte ich nach einer Einwirkungsdauer von 19—22 Tagen.

Dieser Unterschied der Ausprägungszeit bei Kopsch und mir dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass ersterer seine Untersuchungen in der heissesten Sommerzeit anstellte, während die meinigen in die Wintermonate — bei verhältnismässig recht kalten Tagen — fielen. Die hiermit verbundene, ziemlich bedeutende Temperaturdifferenz möchte ich als wahrscheinliche Ursache der beobachteten

Schwankung in der Hervorrufungszeit des Binnennetzes durch die Osmiumsäurebehandlung nach Kopsch ansehen.

Die Einbettung der Präparate geschieht dann in der von Kopsch angegebenen Weise durch Entwässerung in Alkohol mit langsam steigendem Procentsatz — bei einigen Stücken begann ich mit 40procentigem, bei anderen mit 70procentigem Alkohol, wobei letztere bessere Resultate aufweisen —, und Uebertragen in Xylol, Xylol-Paraffin und Paraffin.

Die Beschaffung des Materials ist mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, weil dasselbe einem frisch getöteten Tiere — spätestens eine Stunde nach der Tötung — entnommen sein muss; denn an Spinalknoten, welche einige Stunden nach der Tötung erst in die Osmiumsäure gebracht wurden, gelingt es nicht, das Binnennetz darzustellen. Diese Beobachtung, welche ich bisher ausser bei Kopsch und Totsuka nirgends weder bei Golgi noch bei Holmgren erwähnt finde, lässt es als wahrscheinlich erscheinen, dass das Binnennetz eine rein vitale Structureigentümlichkeit der Zellen sein muss.

Die beigegebenen Zeichnungen sind, wo nicht anders bemerkt, wie folgt gezeichnet: Mikroskop Leitz, Objectiv: Hom. Imm. $\frac{1}{12}$. Comp. Ocul. 18, Tubusauszug 160 mm; Projection auf Objecttischhöhe (Vergrösserung: ca. 1850).

Säugetiere.

Carnivoren: Felis domestica.

Die Präparate dieses Tieres stammen aus den Spinalknoten der Lumbalgegend und lassen nach 22tägiger Behandlung mit Osmiumsäure das Binnennetz in den Ganglienzellen sehr deutlich schwarz gefärbt erkennen. Am häufigsten ist es hier in den mittleren Zellen anzutreffen — von denen wiederum die mit dunklerem Plasma bevorzugt erscheinen —, während es in den kleineren und grossen Ganglienzellen meistens fehlt. *Auffallend ist noch, dass das Binnennetz fast ausschliesslich in jenen Zellen auftritt, die in der Nähe von Nervenfasern liegen, welche vollkommen schwarz gefärbt sind.* Desgleichen trifft man das Netz nur in den central gelegenen Zellen an, während die peripherischen Lagen des Ganglions frei von demselben sind.

Die Form des Netzwerkes zeigt eine gewisse Uebereinstimmung mit derjenigen der zugehörigen Zelle. Eine mehr oder weniger breite Randzone, zwischen der Peripherie des Binnennetzes und der Oberfläche der Zelle, in der *keine* Netzfäden anzutreffen sind, ist *stets* vorhanden. Irgend einen Zusammenhang des Netzes mit extracellulär gelegenen Zellen oder Bahnen, wie derselbe von Holmgren [42] bei diesem Tiere behauptet und auch abgebildet wird, kann man an keinem einzigen der Präparate entdecken. Ebenso wenig sieht man Ausläufer des Netzes in die Zellfortsätze oder eine Imprägnation der umgebenden Bindegewebszellen mit Osmiumsäure, von denen Holmgren ja seine „Trophospongien“ herleitet.

Die Lage des Binnennetzes zum Kern ist derart, dass in jenen Zellen, wo der Kern im Mittelpunkt der Zelle liegt, derselbe vom Netzwerk allseitig eingeschlossen wird. In Zellen mit mehr oder weniger excentrischem Kern liegt die Hauptmasse des Netzes in der entgegengesetzten Zone des Zellkörpers, und dort, wo der Kern in die nächstse Nähe des einen Pols gerückt ist, befindet sich das ge-



Fig. 1. *Felis domestica*. Spinalganglienzelle mittlerer Grösse mit Binnennetz, welches *über* den Kern hinwegzieht. Imprägnationsdauer: 22 Tage. Schnittdicke: 5 μ . Vergrößerung ca. 1850.

samte Netzwerk in dem andern Teil der Zelle und sitzt auf dem Kern gleichsam wie ein aufgestülpter Hut. Bisweilen kann man auch Zellen bemerken, in denen der Kern an dem einen Rande derselben gelegen ist und von dem Netzwerk in der Form einer auf der eingebuchteten Seite offenen Bohne umgeben wird. *Ein Eindringen von Netzfäden in den Kern sieht man nirgends*. Ebenso wenig kann man unter den Präparaten eine Bestätigung für die von Retzius [24] bei *Felis* mit der Chromsilbermethode gemachte Beobachtung finden, dass nämlich hier und da die Netzmaschen *nur* in der Umgebung des Kerns gefärbt sind. Im Gegenteil, in der Mehrzahl der Fälle ist ein perinucleärer

Hof vorhanden, in den die Netzfäden *nicht* hineinreichen. Nur in einigen wenigen Zellen kann man hier und da beobachten, dass einzelne Fäden bis *an* den Kern vordringen, aber *niemals* dringen dieselben, wie schon erwähnt, selbst in diesen verhältnismässig seltenen Fällen gar *in* den Kern selbst ein.

Zellen, welche nur Bruchstücke des Binnennetzes aufweisen, wie sie schon Golgi bei seinen Untersuchungen beschreibt, kann man vielfach unter den Präparaten bemerken. Dieselben weisen hinsichtlich ihrer Lage, Färbung und Anordnung der Fäden die Characteristica des voll-

ständigen Binnennetzes auf, so dass sie mit Leichtigkeit als zu diesem gehörig erkannt werden können.

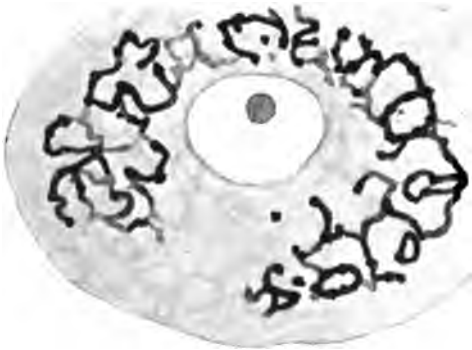


Fig. 2. *Felis domestica*. Spinalganglienzelle mit Binnennetz, welches nicht allseitig geschlossen ist. Imprägnationsdauer: 22 Tage. Schnittdicke: 5 μ . Vergrößerung ca. 1850.

Die einzelnen Fäden des Binnennetzes sind in verschiedenen Ebenen des Schnittes angeordnet, so dass ihr genauer Verlauf schwer zu verfolgen ist. Dieselben sind meist mehr oder weniger deutlich unter einander verbunden

und bilden bald runde, bald mehr eckige Maschen, deren Weite schwankt, so dass der netzartige Charakter klar erkennbar ist. Die Knotenpunkte der einzelnen, ziemlich dicken Fäden sind verdickt und treten als knopfartige Erhebungen hervor. Bisweilen sind die Maschen jedoch nicht geschlossen, sondern es sind statt ihrer Halbmonde oder Y-förmige oder schlangenähnliche Bildungen sichtbar. Dementsprechend variiert auch die Form der einzelnen Fäden selbst. So begegnet man neben solchen von langer, spirillen- und schlingenartiger Form anderen, die kurzen, dicken Stäbchen ähneln oder sichelartig gebogen sind. *Immer aber bleibt der Gesamteindruck der netzartigen Structur gewahrt und erkennbar.*

Eine Structur der Fäden, wie sie Veratti [95] von den Ganglien-

zellen des Sympathicus von *Felis domestica* und *Canis familiaris* erwähnt, ist an den Objecten bei stärkster Vergrößerung nicht zu sehen, vielmehr erscheinen die Fäden auch dann in ihrem sichtbaren Verlauf als überall gleichmässig schwarz gefärbt.

Unter den Präparaten begegnet man vielen Zellstructuren, die mit jenen von anderen Autoren abgebildeten Netzwerken in den spinalen Ganglienzellen von *Felis domestica* eine mehr oder minder grosse Uebereinstimmung zeigen. Am meisten fällt die Aehnlichkeit mit den von Golgi [31 Fig. 2 und 33 Fig. 6] gegebenen Bildern auf. Die dort wiedergegebenen Netzstructuren des „Apparato reticolare interno“ sieht man bei den Objecten so oft wiederkehren und so übereinstimmend ausgeprägt, dass man wohl behaupten kann, Golgis Apparato reticolare interno und das schwarze Binnennetz nach Kopsch stellen ein und dieselbe Structureigentümlichkeit dar. So sieht man wiederholt auch das in Fig. 1 abgebildete Netz, bei welchem die Netzfäden — bei höherer Einstellung — über den Kern hinwegziehen und so ein Bild entsteht, welches mit der Abbildung vom Hunde, die uns Golgi [31 Fig. 1] wiederholt giebt, eine relativ bedeutende Uebereinstimmung zeigt, derart, dass ein Unterschied eigentlich nur in der Stärke der Fäden zu suchen ist.

Den Netzstructuren, wie dieselben Holmgren [42 Fig. 3a, 3b, 46 Fig. 14] mit der Chromsilbermethode bei *Felis* fand, mehr oder minder ähnliche Gebilde sieht man gleichfalls unter den Binnennetzen, abgesehen selbstverständlich von den bereits erwähnten Differenzen. Desgleichen weisen die mit seiner neuesten Methode [50 Fig. 5] dargestellten „Trophospongien“ eine gewisse Uebereinstimmung auf. Dagegen kann man bei dem nach seiner eigenen Methode dargestellten „Saftbahnnetz“ [46 Fig. 13] Aehnliches nicht feststellen, da die Fadenwerke nichts Kanälchenartiges erkennen lassen.

Von den Retzius'schen Abbildungen [78] kann man nur Fig. 1a und 1b (Taf. XIV) und Fig. 9 (Taf. XV) zum Vergleich heranziehen, da man diesen Aehnliches wohl findet, dagegen Bilder, wie sie Fig. 10 und 11 (Taf. XV) darstellen, nirgends antrifft.

Canis familiaris.

In den spinalen Ganglienzellen dieses Tieres sind es die mittleren und kleineren Zellen, in welchen ein Binnennetz auftritt, die ganz grossen Zellen lassen dasselbe hingegen vermissen. Auch hier scheinen die Zellen mit dunklem Plasma bevorzugt, während dies mit den in der Nähe von Nervenfasern gelegenen nicht der Fall ist. Vielmehr trifft man das Netz in zerstreut liegenden Zonen des Ganglions, dagegen sind die peripherischen Lagen in der Mehrzahl frei von Netz. Nur hier und da sieht man auch in diesen Zonen vereinzelte Zellen,



Fig. 3. *Canis familiaris*. Spinalganglienzelle mit Binnennetz, vielfach eine nach aussen abgeschlossene Begrenzung zeigend.

Imprägnationsdauer: 13 Tage. Schnittdicke: 5 μ .
Vergrösserung: ca. 1850.

in denen ein Netzgebilde punktartig angedeutet ist. An Stelle der compacten Fäden beobachtet man in diesen Zellen verschiedene Reihen mehr oder weniger dicht aneinander liegender, schwarzer Punktreihen, die aber schon gewunden und geschlängelt in mehreren Ebenen verlaufen und im Grossen und Ganzen den Netzcharakter andeuten. Zellen mit solchen punktartigen Gebilden sind aber nicht nur auf die peripheren

Zonen beschränkt, sondern kommen auch vereinzelt zwischen Zellen mit wirklichem Binnennetz in den centralen Schichten vor. Ich möchte die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass wir es hier gewissermaassen mit einer Bildungsvorstufe der compacten Netzfäden zu thun haben, obwohl andererseits nicht unberücksichtigt bleiben darf, dass diese punktförmigen Bildungen vielleicht nichts anderes als eine unvollständige Imprägnation oder auch nur Zerfallsproducte der Fäden vorstellen.

Die peripherische freie Randzone der einzelnen Zellen ist auch bei *Canis* vollkommen netz- resp. punktfrei, und das Netz zeigt hier schon mehr eine nach aussen abgeschlossene Begrenzung. Die Lage des Binnennetzes zum Kern entspricht derjenigen bei *Felis*. Hierbei ist zu bemerken, diejenigen Zellen, in welchen das Netz als zusammenhängende Formation den Kern rings umgiebt, sind in der Mehrzahl, andererseits ist aber das Netzwerk nicht immer allseitig geschlossen, sondern bisweilen an ein, zwei oder mehreren Stellen unterbrochen, wie es auch in Fig. 3 zu erkennen ist. Die Fäden in der perinucleären Zone sind viel häufiger im Contact mit dem Kern, dessen Membran als helle Linie erscheint, anzutreffen, als bei *Felis*. Ein Eindringen in den Kern selbst ist auch an diesen Präparaten nicht zu sehen, ebenso wenig irgend eine Verbindung mit ausserhalb der Zelle gelegenen Gebilden. Die umgebenden intracapsulären Zellen zeigen niemals eine noch so geringe schwarze Färbung; dagegen sind die Nervenfasern intensiv schwarz gefärbt.

Die Fäden des Netzes sind dicker, als diejenigen von *Felis*, und unterscheiden sich auch sonst durch ihren mehr gewundenen, fort-dauernden Verlauf, wobei sie einmal vielfach mit einander anastomosieren, sodann aber auch oft seitliche, kurze Ausläufer abgeben, die in einer keulenförmigen, kleinen Anschwellung enden. Die Knotenpunkte treten deutlich als runde Erhabenheiten hervor. —

Die von Golgi beschriebene lobuläre Anordnung der Fäden konnte ich an einigen wenigen Stellen beobachten. Auch fällt mir noch auf, dass das Fadennetz den grössten Teil des Zellkörpers einnimmt.

Der Vergleich mit anderen Befunden lässt erkennen, dass vor allem der „Apparato reticolare interno“ Golgis in den Spinalganglien von *Canis* wieder viel Gemeinsames mit dem Binnennetz aufweist. Bilder, wie sie Golgi [31, Fig. 1 und 33, Fig. 8] von diesem Tier giebt, konnte ich ab und zu fast genau so sehen.

Ein Vergleich mit den Holmgren'schen Abbildungen fällt schon schwerer. Dieser [46 p. 24] hebt gerade bei *Canis* hervor, dass „die Kanälchen oft gruppenweise stark dilatiert sind“. Dementsprechend müssten wir auch bei unseren Bildungen gruppenweise verdickten Stellen des Netzes begegnen; das ist aber *nicht* der Fall. Ich kann

auch in einigen seiner Bilder [46 Fig. 10, 11] nichts mit den meinigen irgendwie Identisches feststellen, wogegen andere wiederum (46 Fig. 12, 47 Fig. 24, 40] gewisse Aehnlichkeit in dem Verlauf und der Anordnung der Kanälchen mit den Fäden zeigen, nur dass die Netze nichts Kanälchenartiges erkennen lassen, sondern aus *compacten, festen* Fäden bestehen.

Insectivoren: Erinaceus europaeus.

Die Spinalganglienzellen des noch jungen *Erinaceus* liessen am neunten Tage noch nichts Netzartiges erkennen. Die ersten, noch recht schwachen Andeutungen des Binnennetzes konnte man bei Anwendung der Oel-Immersion am dreizehnten Tage der Behandlung beobachten, und gut imprägnierte Netzstrukturen zeigten sich erst am zwanzigsten Tage. Scharf ausgeprägte, tiefschwarze Binnennetze sieht man an Präparaten, welche 35 Tage der Einwirkung der Osmiumsäure ausgesetzt waren. Irgend eine partielle oder gar totale Schwarzfärbung des Ganglienzellkörpers konnte ich selbst bei dieser recht langen Osmiumeinwirkung nirgends feststellen.

Auch bei diesem Tier sind die Zellen der peripherischen Schichten des Ganglions vollkommen netzfrei. Nur in vereinzelt Zellen der am meisten central befindlichen Lagen dieser Zone und zwar in nächster Nähe der Nervenfasern bemerkt man mehr oder weniger vollständig ausgebildete Binnennetze, welche teilweise aus Reihen dicker Körner, teilweise aus kurzen, dicken Fäden bestehen, die in eine keulenförmige Anschwellung auslaufen. Die Zellen der centralen Zone weisen das Netz ausnahmslos auf, soweit die ganz grossen und mittleren Zellen in Frage kommen. In den kleineren Zellen ist dasselbe kaum anzutreffen. Auch hier kommen die Zellen mit dunklerem Plasma vorwiegend in Betracht.

Meistens umgibt das Binnennetz den Kern von allen Seiten und lässt zwischen diesem und sich einerseits, und seiner peripherischen Grenze und der Zelloberfläche andererseits ganz deutlich eine freie Zone erkennen. Selbst in jenen Schnitten, in denen man bisweilen einzelne Fäden bis ganz dicht an die Zellgrenze oder in die nächste Nähe der Kernmembran verfolgen kann, und bei flüchtiger Betrachtung nach ausserhalb der Zellen resp. in den Kern hinein verlaufen zu

sehen glaubt, ergibt sich bei scharfer Einstellung dennoch ein ganz schmaler Abstand, der ganz unzweifelhaft beweist, dass auch hier eine Verlängerung des Netzes weder nach ausserhalb der Zelle, noch in den Kern hinein besteht.

In Schnitten, in denen ein Kern zu sehen ist, erscheint die Zone zwischen diesem und dem Binnennetz oft breiter, als jene gegen die Zellperipherie hin. Diese Zone kann in solchen Fällen allseitig gleich breit sein oder hierin an den verschiedenen Seiten des Kerns variieren, dergestalt, dass dieselbe auf der einen Seite des Kerns ganz schmal

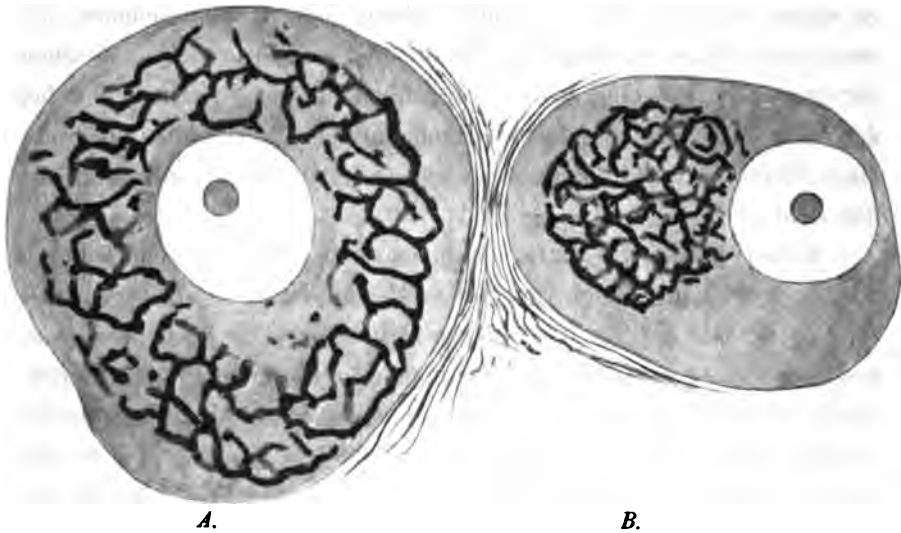


Fig. 4. *Erinaceus europaeus*. Spinalganglienzellen mit Binnennetz.

A. Netz allseitig geschlossen, perinucleäre Zone von wechselnder Breite.

B. Kern excentrisch gelegen mit seitlich davon befindlichem Netzknäuel.

Imprägnationsdauer: 35 Tage. Schnittdicke: 5 μ . Vergrößerung: ca. 1850.

ist, an den anstossenden Seiten sich allmählich immer mehr und mehr verbreitert, bis sie auf der entgegengesetzten Seite eine bedeutende Breite einnimmt. Ein solches Bild finden wir in Fig. 4A veranschaulicht.

Gerade in diesen ausserordentlich gut gelungenen Präparaten können wir die vielfach wechselnde Lage des Binnennetzes zum Kern sehr deutlich beobachten. In den meisten Zellen herrscht die in Fig. 4A wiedergegebene, allseitig geschlossene Formation des Netzes um den Kern vor. Dann sieht man aber auch Schnitte, in welchen

des Netz den letzteren nur halbkreisförmig in der einen Hälfte der Zelle allseitig umgiebt, oder solche, in denen das Netz nur in der einen und der dieser gegenüberliegenden Seite des Kerns liegt und hier wie dort einen dichten, wirren Knäuel bildet. Bei excentrisch gelegenen Kern finden wir seitlich von demselben die Fäden als ein grosses, engverschlungenes Netzknäuel, wie es uns Fig. 4 B zeigt.

Noch wechselreichere Bilder geben diejenigen Schnitte, in welchen der Kern nicht in der Schnittfläche liegt. Hier sehen wir bald das Netz continüierlich über den ganzen Zellkörper ausgebreitet, wie wir es schon bei Felis [Fig. 1] kennen gelernt haben, bald befindet sich nur in der Mitte der Zelle ein Netzknäuel, welches, wie Golgi schon hervorgehoben hat, eine grosse Aehnlichkeit mit dem Spiremstadium bei der indirecten Kernteilung hat. Häufig hat das Netzgebilde die Form eines Hufeisens, oder in langgestreckten Zellen viel Aehnlichkeit mit der Zahl „8“.

Ferner finden wir unter diesen Objecten auch alle jene Figuren wieder, welche uns Golgi von Canis [31 Fig. 1], Felis [31 Fig. 2 und 33 Fig. 6], Bos [33 Fig. 5] und von Lepus [33 Fig. 7] gegeben hat, und zwar in so genauer Uebereinstimmung, dass diese Präparate vielleicht schon allein genügen dürften, um die Identität des „Apparato reticolare interno“ Golgis und des Binnennetzes nach Kopsch in den spinalen Ganglienzellen nicht nur höchst wahrscheinlich, sondern fast gewiss erscheinen zu lassen.

Das Binnennetz lässt auch hier wieder, ebenso wie bei Canis, in der überaus grossen Mehrzahl der Fälle *nach aussen eine continuierliche Abgrenzung* erkennen, die demselben, um mit Golgi zu sprechen, einen in sich abgeschlossenen Charakter verleiht.

Die einzelnen Fäden, welche an Dicke denen von Canis ungefähr gleich stehen, sind dicht verschlungen und erscheinen in ihrem Verlaufe knotig verdickt, so dass sie bisweilen den Eindruck eines vielfach geknoteten Bindfadens machen. Dieselben zeichnen sich beim Erinaceus dadurch aus, dass sie sehr dichte und ziemlich eng begrenzte Netzmaschen bilden, eine Beobachtung, welche auch schon Holmgren [32 p. 309] bei seinen Kanälchen macht. Dagegen kann man für die von diesem Autor bei Erinaceus behauptete, ringförmige Anordnung

dem Kern naheliegender Netzzweige um denselben Aehnliches nicht finden.

Die Knotenpunkte der einzelnen Fäden mit einander sind dicker als die oben besprochenen Knoten, die im Verlaufe der Fäden selbst vorhanden sind. Diese Fäden geben ab und zu seitliche Zweige ab, die in eine runde Verdickung auslaufen. Diese Verdickung kann man aber auch an den beiden Enden isoliert stehender Fäden sehen, wie man sie bisweilen antrifft. Solche Fäden erinnern in ihrer gesamten Gestalt an Hanteln.

Netzartige Structurbildungen in den Nervenzellen des *Erinaceus* beschreiben Sjöbring [85 p. 297], der sie durch Formolfixierung darstellte. Ob und wie weit dieselben aber mit meinen Befunden in Zusammenhang zu bringen sind, kann ich nicht in Erwägung ziehen, da Sjöbring keine Abbildungen giebt, die man zum Vergleich heranziehen könnte. — Mit derselben Methode fand Sjövall [86 p. 261] hier zwei Typen [86 Fig. 11—13] der Holmgren'schen Kanälchen. In dem der grössten Zellen kann ich jedoch nichts Uebereinstimmendes oder Aehnliches mit dem Binnennetze sehen, während der Typus der kleineren Zellen meiner Ansicht nach *nur ein wenig* an dasselbe erinnern *könnte*, obwohl Sjövall selbst davon überzeugt ist, dass derselbe dem von Golgi beschriebenen „apparato reticolare“ entspricht. Eine Ueberzeugung, die mir nicht gerechtfertigt erscheint, da ein Bild, bestehend in einem einzigen langen Faden (resp. Kanal) um den Kern in einer nicht einmal geschlossenen Tour geschlängelt weder bei Golgi, noch in obigen Präparaten zu finden ist.

Dagegen kann ich in einer Zelle vom *Erinaceus* viel Uebereinstimmendes sehen, die Holmgren [51 Fig. 3] abbildet. Hier zeigt das *Trophospongium*, welches nur in einer entgegengesetzten Zone vom etwas excentrisch gelegenen Kern sich befindet, sowohl in der Verzweigung, als auch in den verdickten, runden Knotenpunkten und in den seitlich abgehenden Zweigen mit runder Endanschwellung recht viel Aehnlichkeit mit den Binnennetzstructuren. —

Nicht unerwähnt lassen möchte ich, dass alle citierten Autoren betonen, die Spinalganglien des *Erinaceus* geben schöne Präparate, eine Erfahrung, die auch ich nur voll bestätigen kann.

Rodentien: Cavia cobaya.

Bei den Untersuchungen von *Cavia* ergaben sich am siebenten Tage der Behandlung ganz feine distinkte Netzstrukturen in verhältnismässig wenigen, vereinzelt hier und dort auftretenden Ganglienzellen der Spinalknoten. Wie bei den bisher besprochenen Tieren kommen die Zellen mit Binnennetz auch wieder ausschliesslich in den centralen Zonen der Ganglien vor und zwar vorwiegend in nächster Nähe der schwarz gefärbten Nervenfasern. An die Zellen mit dunklem Plasma scheint hier ebenfalls das Auftreten des Binnennetzes am meisten gebunden zu sein, wobei diejenigen von mittlerer Grösse überwiegen.



Fig. 5. *Cavia cobaya*. Spinalganglienzelle. Binnennetz teilweise aus Körnerreihen angedeutet, teilweise aus Fäden bestehend.

Imprägnationsdauer: 7 Tage. Schnittdicke 10 μ .

Vergrösserung: ca. 1850.

(Nach einem Präparat von Fr. Kopsch.)

Ein vollständig ausgeprägtes Netz, welches den Kern allseitig umschliesst, wie wir es bisher kennen gelernt haben, sieht man selten. Dies dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass die Ganglien dieses Tieres ganz bedeutend kürzere Zeit der Einwirkung der Osmiumsäure ausgesetzt waren, als dies bei den bisher be-

sprochenen Präparaten der Fall war. — Bisweilen sieht man Schnitte, in welchen die Netzstruktur in der Weise imprägniert ist, wie es Fig. 5 zeigt. Neben Netzteilen, die aus Fädenreihen bestehen, welche mit einander zu ösenartigen oder mehr eckigen Maschen verbunden sind, sieht man anscheinend isoliert stehende Fadengebilde der verschiedensten Gestalt — S —, halbkreisförmig, langgestreckt, dreieckig, Viereck mit einer fehlenden Seite — und auch Körneransammlungen, die gleichfalls mannigfache Formen bilden. Bei wechselnder Einstellung kann man jedoch erkennen, dass diese Bildungen durch ganz zarte, manchmal nur angedeutete Verbindungen in den verschiedenen Ebenen gewisser-

maassen etwas Einheitliches darstellen. Ab und zu fallen Schnitte auf, in denen nur an dem einen Pol vielfach verschlungene Körnerreihen sitzen, von denen ein feiner Faden parallel zum Zellrand ausläuft.

Glomerulusähnliche Haufen, wie sie Holmgren [43 Fig. 1 und 46 Fig. 8, 9] von seinen „Kanälchen“ abbildet und beschreibt, und die ihn an „inselförmige Abteilungen des „apparato reticolare““ erinnern, konnten in dem vorliegenden Material nicht gefunden werden.

Die ganze Netzstruktur ist sowohl in ihrer Gesamtheit, wie in den einzelnen, dieselbe bildenden Teilen viel feiner und weniger in die Augen fallend, als bei den schon beschriebenen Tierarten. Die einzelnen Fäden erscheinen viel zarter und dünner, als z. B. jene von Felis, sind in den verschiedenen Ebenen vielfach geschlängelt und bisweilen zahlreich geknotet. In ihren Treffpunkten sieht man bald mehr, bald weniger deutlich knotige Ausbuchtungen im Charakter winziger, runder oder eckiger, verdickter Stellen, wie sie auch Golgi [33 p. 277] erwähnt. Als solche verdickte Stellen erscheinen mir auch die anscheinend isolierten Körnchen, welche wahrscheinlich nur die Knotenpunkte feiner Netzfäden sind, die in tieferen Ebenen verlaufen und daher bei gleicher Einstellung nicht zugleich mit den Körnchen sichtbar sind. An den Körnchenreihen kann man feststellen, dass dieselben aus einzelnen Körnern bestehen, die unter einander durch ganz feine Fädchen verbunden sind.

Mit diesem Befunde haben die „*Trophospongien*“, welche Holmgren in zwei späteren Arbeiten [47 Fig. 35 a, 35 b, 28, 29, 31 und 49 Fig. 1] abbildet, gewisse Aehnlichkeiten. Am meisten fällt dies in der Holmgren'schen Figur 28 auf, wo die Trophospongienzweige vielfach dasselbe knotige Aussehen zeigen, wie die oben beschriebenen Fadenreihen. In den anderen Abbildungen scheinen mir die vacuolisierten Stellen den fehlenden Knotenverdickungen zu entsprechen. Nach allem diesen, wie auch nach der Lage der Structur in der Zelle selbst scheint eine gewisse Uebereinstimmung der Binnennetzstruktur mit dem Holmgren'schen „*Trophospongium*“ bei *Cavia cobaya* vorhanden. In zwei Momenten weisen diese beiden Bildungen aber wesentliche Abweichungen auf. Nämlich einmal in den glomerulusartigen Anhäufungen im Trophospongium, sodann in Verbindungen desselben

mit extracellulär gelegenen Gebilden, die man beide in meinen Präparaten nicht sehen kann. Namentlich hinsichtlich des letzteren muss ich ausdrücklich hervorheben, dass die *Binnennetzstructur* auch hier *endocellulär zwischen einer perinucleären und peripherischen, freien Randzone gelegen ist.*

Mus musculus. (Varietas alba.)

Von diesem Tier wurden die Trigeminusganglien untersucht. Die Osmiumeinwirkung von 20 Tagen ergab keine Resultate. Erst eine solche von 36 Tagen liess das Binnennetz hier und da in einzelnen oder auch in mehreren benachbarten Zellen jeglicher Grösse eines Schnittes — nur in den centralen Schichten — erkennen. Doch scheinen die ganz kleinen und mittelgrossen Zellen mit Binnennetz in der Mehrheit zu sein. Binnennetzhaltige Zellen liegen ausschliesslich zwischen den tiefschwarz gefärbten Nervenfasern, oder aber in unmittelbarer Nähe derselben.

Der Netzcharakter ist überall stark ausgeprägt, wenn das Netz auch nicht aus Fäden allein gebildet wird, sondern diese streckenweise von körnerartigen Bildungen unterbrochen werden, die jedoch mit den ersteren in Verbindung stehen. Ein solches wechselvolles Bild sehen wir in Figur 6 abgebildet. Die Maschen des in verschiedenen Zellebenen angeordneten Netzes werden bald von gleichmässigen oder geknotet erscheinenden Fäden, bald von Körnern gebildet, welche hier isoliert stehen, dort zu Reihen angeordnet sind und durch feine Anastomosen zusammenhängen. Dieselben sind durchschnittlich kleiner, wie die des *Erinaceus*, aber grösser als jene von *Cavia*. Das Aussehen und die Form der einzelnen Maschen des Netzes wechseln daher fast andauernd. Neben ziemlich umfangreichen sieht man ganz winzige, bald sind sie allseitig geschlossen, bald wieder offen, hier erscheinen sie rund oder oval, dort eckig (sehr oft viereckig). Ausser solchen Maschen, die nur aus Fäden, oder nur aus Körnern bestehen, bemerkt man vielfach solche, welche sich aus beiden Structurelementen zusammensetzen.

Die vorherrschende Lage des Netzes ist diejenige, welche den Kern allseitig umschliesst, doch kommen auch die früher beschriebenen,

abweichenden Lagebeziehungen zum Kern vor. Besonders fallen noch einige Zellschnitte auf, in denen der Kern nicht getroffen ist und in denen das ganze Binnennetz zu einem dichten Knäuel an jenem Zellpol zusammengedrängt ist, der in der Nähe des Axencylinderfortsatzes liegt. Ein Eindringen von Netzstrukturen in diesen, wie auch sonst in die Umgebung der Nervenzelle einerseits oder bei Zellen mit Kern in diesen andererseits ist an diesen Präparaten gleichfalls *nicht* zu bemerken. *Eine netzfreie Randzone ist immer vorhanden.* Zellen mit rings um den Kern angeordneten Bruchstücken des Binnennetzes, wie Golgi [33 Fig. 7a] sie bei *Lepus* beschreibt, finden sich verhältnismässig häufig. Bisweilen ist aber das Netz

in den Zellen nur schattenhaft angedeutet.

Die Fäden sind von knotigem, rauhhöckerigem Aussehen und von mannigfacher Gestaltung. An Dicke dürften dieselben die von *Cavia* übertreffen, aber jene des *Erinaceus* nicht erreichen. Anastomosieren die Fäden, so treten ihre Schnittpunkte nicht

immer deutlich, wie bei den anderen Tieren, als dicke Knoten hervor. Hier und dort dringen sie bis zum Kern vor, aber nie in denselben hinein. Die isoliert erscheinenden Fäden sind meist an beiden Enden verdickt, so dass sie an Hanteln erinnern, oder nur an dem einen Ende, das dann keulenförmig aussieht. —

Von anderer Seite liegen keine weiteren Untersuchungen über Netzgebilde in den Ganglien des peripheren (wie auch centralen) Nervensystems bei *Mus* bisher vor.



Fig. 6. *Mus musculus*. Trigeminusganglienzelle. Binnennetz sich zusammensetzend aus mit einander anastomosierenden Fäden und Körnern.
Imprägnationsdauer: 36 Tage. Schnittdicke: 5 μ .
Vergrößerung: ca. 1850.

Lepus cuniculus.

Ebenso tadellos imprägnierte Binnennetze, wie beim *Erinaceus* nach 35 tägiger Osmiumeinwirkung, sehen wir bei *Lepus* schon bei einer Imprägnationsdauer von 20 Tagen. Ähnlich wie bei *Canis* weisen die mittelgrossen und kleinen Zellen mit dunklem Plasma das Netz in der Mehrzahl auf, im Gegensatz zu den ganz grossen Zellen, in denen es fast immer fehlt.

Die beim *Erinaceus* gemachte Beobachtung, dass nur die am meisten peripher befindlichen Zelllagen der peripherischen Zone des Ganglions vollkommen frei von Netz sind, und schon vereinzelte Zellen der am meisten central gelegenen Schicht dieser Zone die Netzstruktur mehr oder weniger stark imprägniert erkennen lassen, kann auch für *Lepus* bestätigt werden. Nur bestehen hier die Netzgebilde nicht aus Fäden oder Körnerreihen, sondern ausschliesslich aus ersteren. Bemerkenswert ist auch wieder, dass nicht nur in dieser Schicht, sondern auch in der centralen Zone des Ganglions das Binnennetz fast nur in denjenigen Zellen auftritt, die sich in der nächsten Nähe der gleichfalls schwarzgefärbten Nervenfasern befinden. Irgend eine sonstige Schwarz- oder Dunkelfärbung in der Umgebung der Zellen selbst, wie z. B. der intracapsulären Zellen, ergab diese Untersuchung ebenso wenig, wie die früheren der anderen Tiere.

Die *rein endocelluläre Lage* des Binnennetzes tritt auch in diesen Präparaten deutlich zu Tage. *An keiner einzigen Stelle ist ein Netzfaden bis über die Zellgrenze hinaus verfolgbar.* Stets schiebt sich zwischen Netzstruktur und Zelloberfläche ein fadenfreier Saum, wenn auch noch so schmal, ein. In denjenigen Schnitten, in welchen das Netzgebilde den Kern allseitig umschliesst, ist diese freie Randzone in der Regel sogar verhältnismässig breit.

Dagegen ist in solchen Fällen meist gar kein perinucleärer Hof vorhanden, sondern die Fäden treten ganz dicht *an* den Kern heran, wie dies stellenweise an Fig. 7 ersichtlich ist. Aber niemals dringen dieselben in den Kern ein, sondern biegen an solchen Stellen in die tiefer gelegene Schnittebene ein.

Die verschiedenen Stellungen, welche das Binnennetz zum Kern einnehmen kann, variieren ebenfalls wieder und stimmen mit jenen

überein, die wir bei den bisher besprochenen Tierarten kennen gelernt haben. Vorwiegend kommen die des *Erinaceus* in Betracht. Doch begegnet man auch Formationen, die bis jetzt noch nicht aufgefallen sind. So sieht man namentlich wiederholt Schnitte, in denen das Netz den Kern nach Art eines Hufeisens umgiebt, wobei bisweilen der eine Schenkel länger ist als der andere. Hiernach würde in diesen Fällen sich für die gesamte Zelle das Verhältnis so darstellen, als wenn das Netz in der Form eines an der Basis offenen Kegels oder Korbes über den Kern gestützt ist. — In länglichen Zellen liegen die Hauptmassen des Netzes an den beiden Polseiten des Kernes und werden durch schmale Netzzüge mit einander verbunden, so dass der Kern auch hier rings umschlossen ist. Fast gleich oft bildet das Netz in Schnitten mit und ohne Kern ein halbmondförmiges Gebilde.

Bisweilen bemerkt man Zellen, deren Gestalt viel an ein Dreieck erinnert. In solchen umgiebt das Netz den Kern gleichfalls und zwar in der Form eines Dreiecks, dessen Schenkel recht breit im Gegensatz zu der sehr schmalen Basis sind.

Die Fäden sind in ihrem gesamten Verlauf von gleichartigem

Durchmesser. Die Dicke derselben dürfte vielleicht zwischen diejenige von *Felis* und jene von *Canis* einzureihen sein. Sie verlaufen in verschiedenen Ebenen, wie schon erwähnt, und zwar kreuz und quer. Sie winden sich bald schlangenartig oder kreisförmig, bald bilden sie langausgedehnte Bogen oder Schlingen, wobei an der peripherischen Zone arkadenförmige Bildungen entstehen, die in sehr vielen Zellen die ganze Peripherie des Netzes einnehmen und so dem Binnennetz den Charakter von etwas nach aussen Abgeschlossenem verleihen [Fig. 6]. Dadurch, dass die Fäden, hier rechtwinklig, dort spitzwinklig

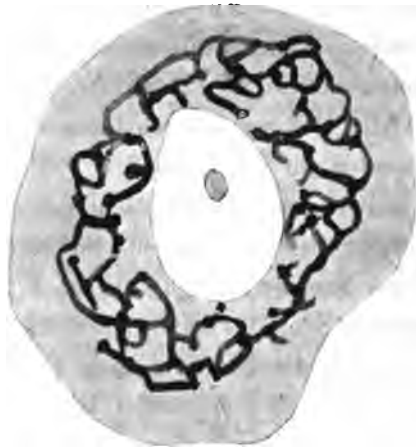


Fig. 7. *Lepus cuniculus*. Spinalganglienzelle. Binnennetz zeigt einzelne Fäden, die an den Kern herantreten.

Imprägnationsdauer: 20 Tage. Schnittdicke: 5 μ . Vergrößerung: ca. 1850.
(Nach einem Präparat von Fr. Kopsch.)

zusammenstossen, erhalten die entstehenden Maschen ein wechselreiches Aussehen. Die Treffpunkte der Fäden machen den Eindruck dicker Knoten. Als ähnliche Verdickungen erscheinen die blinden Endigungen der im Vergleich zu anderen Tieren verhältnismässig selten abgehenden, seitlichen Ausläufer.

Die mit der Chromsilbermethode dargestellten Netze Golgis [33 Fig. 7] bei diesem Tiere weisen hinsichtlich der Anordnung und Weite der Fäden, sowie der anderen, bekannten Momente wieder viel Gemeinsames mit den oben beschriebenen Fadennetzen auf. Besonders der von Golgi oft erwähnten partiellen Reaction und den dadurch entstandenen, zerstückelt aussehenden Strukturen [33 Fig. 7a] entsprechen viele Schnitte der Präparate. Mit den durch dieselbe Methode von Retzius [78] gewonnenen Bildern sah ich analoge Gebilde unter meinen Objecten nur von Figur 7, 8; Zellen, welche den in Fig. 8 dargestellten Ausläufer bis zur Oberfläche der Zelle zeigen, kann man unter meinen Präparaten *nicht* finden. So starke Verdickungen und gleichzeitig weite Maschen wie die Figuren 1—6 zeigen, sieht man in keinem einzigen Schnitt. Im Gegenteil, das Binnennetz zeichnet sich ja dadurch aus, dass die Fäden in einer Ebene gleichmässig dick verlaufen, wie man es ja auch bei den Bildern Golgis beobachten kann.

Mehr Uebereinstimmung zeigt sich schon mit dem Chromsilberbild Holmgrens [46 Fig. 6], nur dass auch hier bezüglich des Netzausläufers dasselbe gilt, wie oben bei Retzius. Eine gewisse Aehnlichkeit erkennt man auch bisweilen an den von Holmgren vermittelt eigener Methoden gewonnenen Bildern, wobei man aber immer im Auge behalten muss, dass Holmgren in denselben Kanälchenbildungen sieht, während es sich bei Golgi wie bei Kopsch und mir *wohl sicher um compacte Faden-structuren handelt*. Abbildungen wie sie Holmgren [41 Fig. 3 und 4; 42 Fig. 1, 2, 7; 46 Fig. 1—5, 7, 41; 47 Fig. 23, 38 und 51 Fig. 1] giebt, können in keiner Beziehung zum Vergleich herangezogen werden. Anders steht es mit den übrigen Befunden Holmgrens [41 Fig. 1, 2; 47 Fig. 27, 30, 33, 34; 49 Fig. 2 und 51 Fig. 2], bei denen besonders die Trophospongien hinsichtlich ihrer Localisation, Knoten und den hier und da auftretenden Erweiterungen, welche wohl den Verdickungen in meinen Präparaten entsprechen können, gewisse

Analogien aufweisen. Ebenso ein Präparat, welches Bethe [8 Fig. 3] abbildet und das schon in seinem Gesamtaussehen dem Binnennetz ähnelt. Bethe [ebendas. pag. 307] erwähnt übrigens schon, dass diese seine Structuren nur in Zellen sichtbar sind, deren Plasma ziemlich dunkel gefärbt ist. Eine Beobachtung, welche sich also mit der diesbezüglichen meinigen deckt.

Vögel.

Columbinen: Columba domestica.

Von allen untersuchten Vogelarten ergab diese Species die besten Resultate. Die Dauer der Osmiumeinwirkung auf die Spinalknoten von Columba bis zum Auftreten des Binnennetzes in den Ganglienzellen betrug 7 Tage. Meistens findet sich das Netzwerk in Zellen mittlerer Grösse, weniger häufig in ganz grossen Zellen, die kleineren Zellen sind mit geringen Ausnahmen frei von Netz. Im Gegensatz zu den mitgetheilten Befunden bei den verschiedenen Säugetieren sind hier nicht die Zellen mit dunklem, sondern die mit hellerem Plasma vom Binnennetze bevorzugt, obwohl es auch in den ersteren vorkommt. Desgleichen weisen nicht nur die centralen Zelllagen die Netzstruktur auf, sondern man findet dieselbe auch nicht gar zu selten in den Ganglienzellen der peripherischen Zone. Hierbei fällt gleichzeitig auf, dass die netzhaltigen Zellen dieser letzteren Schicht in grösseren Haufen auf der einen Seite des Ganglienschnittes zusammenliegen, während sie auf der entgegengesetzten Seite gänzlich fehlen. Ebenso wie bei den Säugetieren befinden sich sämtliche Zellen mit Binnennetz, gleichviel in welcher Zone des Ganglions dieselben auch liegen, in unmittelbarer Nähe der intensiv geschwärzten Nervenfasern. Eine sonstige Schwarzfärbung in der Umgebung der Ganglienzelle, wie z. B. der intracapsulären Zellen, ist auch an diesen Präparaten an keiner einzigen Stelle festzustellen.

Die Gestalt des Binnennetzes richtet sich auch hier nach der Form der zugehörigen Zelle und variiert dementsprechend. Von der Oberfläche derselben ist das Netzwerk durch eine ziemlich gleichmässig breite Randzone getrennt, die fast immer vollkommen frei von Netz

ist und nur selten in einigen wenigen Zellschnitten Netzfäden aufweist. *Diese erreichen aber nie den Zellrand.*

Ein analoges Verhältnis besteht hinsichtlich des Verhaltens der Netzfäden zum Kern. Dieselben dringen zwar in vielen Fällen bis in die allernächste Nähe des Kernes vor, um dort umzubiegen oder in eine tiefere resp. höhere Ebene zu steigen, gelangen aber *niemals* in den Kern selbst hinein. Eine perinucleäre freie Zone ist deswegen verhältnismässig wenig zu beobachten. Die Lagebeziehung des gesamten Binnennetzes zum Kern ist ebenfalls Schwankungen unterworfen, die von der Stellung abhängen, welche der letztere in der

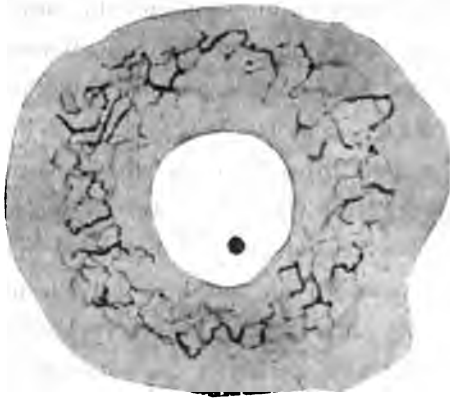


Fig. 8. *Columba domestica*. Spinalganglienzelle mittlerer Grösse. Binnennetz von ausserordentlich feinen Fäden gebildet. Imprägnationsdauer: 7 Tage. Schnittdicke: 5 μ . Vergrösserung: ca. 1850. (Nach einem Präparat von Fr. Kopsch.)

Zelle selbst einnimmt. Die häufigste Form ist wiederum jene, in der das Netzwerk den Kern allseitig umgiebt. Doch finden sich auch Zellschnitte, welche nur hier und dort Bruchstücke des Netzes enthalten, die scheinbar ohne jede gegenseitige Verbindung sind. Bei Zellen von länglicher Form ist die Hauptmasse des Netzes in zwei annähernd gleichen Knäueln zu beiden Seiten des Kernes in die Nähe der Polzonen zusammengedrängt, welche jedoch durch

feine längs der anderen beiden Flächen des Kernes ziehende Netzstränge zu einem ganzen Geflecht verbunden werden, so dass derselbe auch in solchen Zellen allseitig umschlossen wird.

In Schnitten, in denen der Kern nicht enthalten ist, begegnet man Strukturen, die vielfach an die von Felis (s. Fig. 1) erinnern, andererseits aber auch die Form eines langen, in zahllose Touren aufgerollten Fadens haben. In derartigen Schnitten ganz grosser Zellen fällt es auf, dass sehr häufig die Hauptmasse des Binnennetzes an der einen Polseite dicht zusammengedrängt ist und sich nur wenig Netzstrukturen in dem anderen Teil der Zelle finden.

Die Fäden des Netzes sind erheblich feiner und zarter, wie jene der Säugetiere. Meist sind dieselben ganz glatt, nur hin und wieder erscheinen sie geknotet und mit feinen, seitlichen Ausläufern versehen. In ihrem Verlauf, soweit derselbe erkennbar ist, sind sie oft dicht verschlungen oder zickzackförmig gebogen, so Maschen verschiedenster Gestaltung (ring-, ösenförmig, eckig) bildend. Diese sind im Gesamtbilde viel feiner wie bei den verschiedenen Säugetieren, obwohl ziemlich dichte mit weiteren Maschen abwechseln. Zwischen den einzelnen Maschen liegen bisweilen einzelne Körner, die aber nie Haufen bilden. Die Knotenpunkte der Fäden sind verdickt und stehen an Umfang hinter denen der Säugetiere zurück. Nichts anderes sind anscheinend auch die soeben erwähnten Körner, insofern als dieselben durch Fäden, die in tieferen Ebenen liegen, mit einander verbunden sind. — In Zellen mittlerer Grösse kann man häufig dort, wo das Maschennetz an die freie Randzone grenzt, beobachten, dass diese Grenze durch einen feinen Faden gebildet wird, der rings um den grössten Teil des Binnennetzes (manchmal des gesamten) parallel zum Zellrand verläuft, so dass dieses auch hier als etwas in sich Abgeschlossenes erscheint.

Mit den von Holmgren [42 p. 392, 393] beschriebenen und abgebildeten „Kanälchen“ kann man unter den Präparaten *nichts* Uebereinstimmendes finden. Nach diesem Autor sollen gerade „die intracellulären Kanälchen“ an den Spinalganglienzellen der Vögel unvergleichlich weit sein, oft sogar „kolossale Dimensionen“ [ebendas. Fig. 6] annehmend. Dieser Befund steht im directen Widerspruch mit jenem von Kopsch und meinen Präparaten, die ja gerade ergeben, dass die Netzfäden bei den Vögeln *ausserordentlich fein* sind. *Ebensowenig kann man Fadenfiguren beobachten, die auch nur eine noch so geringe Aehnlichkeit mit den charakteristischen, fingerförmigen Theilungen der „Kanälchen“ Holmgrens [ebendas. Fig. 5] aufweisen*, oder an die hierdurch entstehen sollenden „glomerulusähnlichen Röhrchenansammlungen“ im Geringsten erinnern könnten. Mit den Holmgren'schen Befunden stimmen nun die Binnennetzstructuren so wenig überein, dass man wohl zu der Folgerung berechtigt sein dürfte, *die „Kanälchenbildungen“ der Vögel haben mit dem Binnennetz derselben nichts gemein*. Dagegen veröffentlicht Holmgren in seiner jüngsten Arbeit

[56 Fig. 1, 2] zwei Bilder von der spinalen Ganglienzelle von Columba, welche seine „*Trophospongien*“ in derselben veranschaulichen. Diese „*Trophospongien*“, welche sehr fein und zart sind, zeigen auch hier schon eher eine gewisse Uebereinstimmung, sowohl im Aussehen, wie in der Anordnung mit dem Binnennetz, sofern man von ihren extracellulären Ausläufern absieht.

Gallus domesticus.

Die Binnennetzbildungen in den Zellen der Spinalganglien dieses Vogels unterscheiden sich fast in keiner Hinsicht von den soeben beschriebenen von Columba. Auffallend ist nur, dass die bei einigen Säugetieren gemachte Beobachtung wieder auftritt, nämlich das Freisein der peripherischen Zelllagen des Ganglions von Netzwerk enthaltenden Zellen.

Die Lagebeziehung dieser Zellen zu den Nervenfasern entspricht der oben geschilderten. Die Umgebung der Zelle zeigt keinerlei Imprägnation von Osmiumsäure. Ja sogar in die in der Regel fadenfreie Randzone, welche wir schon als verhältnismässig breit bei Columba kennen lernten, treten hier fast nie Fadenausläufer ein. Auch in der Beziehung der Fäden, wie des gesamten Binnennetzes zum Kern sind keinerlei in die Augen fallende Unterschiede zu sehen. Am häufigsten begegnet man Zellschnitten, die dem in Fig. 9 wiedergegebenen Bilde entsprechen, oder solchen, in welchen die allseitige Umschliessung des central gelegenen Kernes durch das Netz deutlich ausgeprägt ist.

Die einzelnen Fäden machen bald einen glatten, bald einen höckerigen, bald einen knotenartigen Eindruck. Dieselben stehen an Feinheit jenen von Columba sehr nahe und bilden gleichfalls Maschen von wechselnder Form und Weite. Die Treffpunkte der einzelnen Fäden mit einander haben wiederum das Aussehen runder Knoten, welche im Bilde als kleine Erhabenheiten hervortreten.

Bilder, die nur annähernd denen ähnlich sein könnten, welche Holmgren sowohl von den spinalen Nervenzellen von Gallus [42 Fig. 4, 46 Fig. 17—20, 42, 43] wie von den sympathischen desselben Vogels [42 Fig. 8—11, 46 Fig. 21] wiedergibt, sind nicht zu finden. Statt

dem Kern naheliegender Netzzweige um denselben Aehnliches nicht finden.

Die Knotenpunkte der einzelnen Fäden mit einander sind dicker als die oben besprochenen Knoten, die im Verlaufe der Fäden selbst vorhanden sind. Diese Fäden geben ab und zu seitliche Zweige ab, die in eine runde Verdickung auslaufen. Diese Verdickung kann man aber auch an den beiden Enden isoliert stehender Fäden sehen, wie man sie bisweilen antrifft. Solche Fäden erinnern in ihrer gesamten Gestalt an Hanteln.

Netzartige Structurbildungen in den Nervenzellen des *Erinaceus* beschreiben Sjöbring [85 p. 297], der sie durch Formolfixierung darstellte. Ob und wie weit dieselben aber mit meinen Befunden in Zusammenhang zu bringen sind, kann ich nicht in Erwägung ziehen, da Sjöbring keine Abbildungen giebt, die man zum Vergleich heranziehen könnte. — Mit derselben Methode fand Sjövall [86 p. 261] hier zwei Typen [86 Fig. 11—13] der Holmgren'schen Kanälchen. In dem der grössten Zellen kann ich jedoch nichts Uebereinstimmendes oder Aehnliches mit dem Binnennetze sehen, während der Typus der kleineren Zellen meiner Ansicht nach *nur ein wenig* an dasselbe erinnern *könnte*, obwohl Sjövall selbst davon überzeugt ist, dass derselbe dem von Golgi beschriebenen „*apparato reticolare*“ entspricht. Eine Ueberzeugung, die mir nicht gerechtfertigt erscheint, da ein Bild, bestehend in einem einzigen langen Faden (resp. Kanal) um den Kern in einer nicht einmal geschlossenen Tour geschlängelt weder bei Golgi, noch in obigen Präparaten zu finden ist.

Dagegen kann ich in einer Zelle vom *Erinaceus* viel Uebereinstimmendes sehen, die Holmgren [51 Fig. 3] abbildet. Hier zeigt das *Trophospongium*, welches nur in einer entgegengesetzten Zone vom etwas excentrisch gelegenen Kern sich befindet, sowohl in der Verzweigung, als auch in den verdickten, runden Knotenpunkten und in den seitlich abgehenden Zweigen mit runder Endanschwellung recht viel Aehnlichkeit mit den Binnennetzstrukturen. —

Nicht unerwähnt lassen möchte ich, dass alle citierten Autoren betonen, die Spinalganglien des *Erinaceus* geben schöne Präparate, eine Erfahrung, die auch ich nur voll bestätigen kann.

Binnennetzes in den spinalen Ganglienzellen der Vögel: endocelluläre Lage mit Abgrenzung gegen die Oberfläche der Zelle durch eine freie Randzone, Vereinigung der relativ dünnen Fäden zu einem Netzwerk mit dicken Knotenpunkten werden bei *Anas* vollauf bestätigt.

Die Fäden sind stellenweise hier sogar so ausserordentlich fein, dass sie nur angedeutet erscheinen und man auf ihr Vorhandensein erst durch die verdickten Knotenpunkte aufmerksam wird. Die Fäden sind in solchen Fällen erst bei stärkster Vergrösserung sichtbar.

Im Uebrigen sind die Erscheinungen des Binnennetzes bei *Anas* mit denen der anderen beiden Vögel so übereinstimmend, dass es sich wohl erübrigt, auf dasselbe näher einzugehen.

Reptilien:

Untersuchungen über Netzstrukturen (Golgi) wie über „Kanälchenbildungen“ (Holmgren) sind bei Tieren dieser ganzen Klasse bisher noch nicht gemacht worden, daher sind die Hinweise von Kopsch [60] und die im Folgenden beschriebenen Befunde über das Binnennetz in den Zellen der Spinalganglien die ersten, welche von den Reptilien mitgeteilt werden. Untersucht wurden: *Emys europaea*, *Testudo graeca*, *Tropidonotus natrix*.

Chelonier: Emys europaea.

Zu den Untersuchungen wurden die Spinalknoten von *Emys* benutzt, welche nach einer Osmiumeinwirkung von 9 Tagen das schwarze Binnennetz in den Ganglienzellen derselben sehr scharf ausgeprägt erkennen lassen. Am deutlichsten und häufigsten tritt die Imprägnation in den Zellen mittlerer Grösse mit hellerem Plasma auf, während die ganz grossen und kleineren Zellen das Binnennetz weniger oft enthalten. Die Zellen der peripherischen Lagen des Ganglions sind in der Regel frei von Netz. Dort aber, wo man dasselbe in Zellen dieser Zone antrifft, ist es nicht so gut ausgebildet und die dasselbe enthaltenden Zellen liegen, wie bei *Columba*, in kleineren oder grösseren Haufen zusammen. Die Zellen der centralen Zonen enthalten das Binnennetz mit wenigen Ausnahmen. Auffallend ist auch hier, wie bei den Säugetieren und Vögeln, dass die netzhaltigen Zellen der

centralen, wie der peripherischen Zone in unmittelbarer Nähe der schwarz gefärbten Nervenfasern auftreten.

Der Gesamteindruck des Binnennetzes und die Lagebeziehungen desselben zum Kern und den anderen Teilen der Nervenzelle entsprechen den diesbezüglichen Befunden bei den bisher besprochenen Tierklassen im Grossen und Ganzen. Schnitte, in denen das Netz den Kern wieder mehr oder weniger vollständig allseitig umgiebt, wechseln mit solchen ab, wo derselbe

excentrisch gelegen ist. Zellschnitten mit letzterer Kernstellung begegnet man am meisten, muss jedoch hierin auch wieder einige Verschiedenheiten unterscheiden. Einmal ist der Kern zu dem einen Pole hingerrückt und das Netzwerk befindet sich in der entgegengesetzten Polzone. Das sind Bilder, wie wir sie

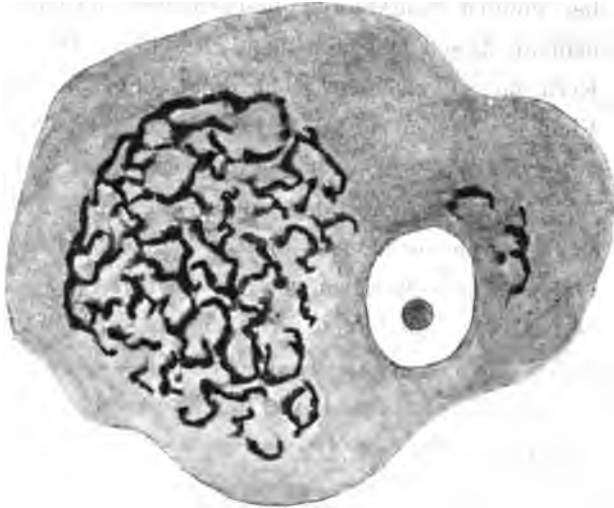


Fig. 10. *Emys europaea*. Spinalganglienzelle. Binnennetz in Knäelform seitlich vom excentrisch befindlichen Kern gelegen.

Imprägnationsdauer: 9 Tage. Schnittdicke: 10 μ . Vergrösserung: ca. 1850.

(Nach einem Präparat von Fr. Kopsch.)

schon bei den anderen Tierarten kennen gelernt haben. Eine solche Zelle ist in Figur 10 abgebildet. Dann wieder ist in länglich-ovalen Zellen der Kern an die eine Breitseite derselben gerückt, während oberhalb desselben fast parallel dem longitudinalen Durchmesser der Zelle das Netzwerk in länglich halbrunder Form angeordnet ist. — In Zellschnitten, bei denen der Kern entweder in einer tieferen Ebene belegen oder überhaupt nicht getroffen ist, finden wir das Netzwerk bald die ganze Fläche der Zelle einnehmend, bald in der einen Hälfte derselben zusammengedrängt, wobei es über den tiefer liegenden Kern hinwegzieht. Stets ist aber auch hier in einer mehr oder minder

breiten peripherischen Zone das völlige Fehlen des Netzes zu constatieren. Eine Verbindung desselben mit ausserhalb der Zelle gelegenen Gebilden, z. B. den intracapsulären Zellen, ist nirgends festzustellen, wie auch an keiner einzigen Stelle in der Umgebung der Zellen Schwarzfärbung eines Gewebeelementes zu beobachten ist, abgesehen von jener des Myelins der Nervenfasern und event. der Fetttröpfchen.

Ein ähnliches Verhältnis obwaltet zwischen Kern und Netz. Die bei einigen Säugetieren beschriebene perinucleäre freie Zone sieht man an diesen Objecten ziemlich selten. Die Fäden umschliessen den Kern im Allgemeinen recht dicht, ohne in ihn jedoch einzudringen. Vielmehr biegen sie an der Kernmembran scharf um.

Die in den verschiedenen Ebenen der Zelle verlaufenden Fäden sind an Dicke ungefähr jenen von *Lepus* gleich. Sie haben einen stark gewundenen, meist glatten Verlauf, wobei sie sich unter einander verbinden, um Maschen verschiedenster Art — Ringe, Hufeisen, langgestreckte — zu bilden. Die Vereinigungspunkte der einzelnen Fäden treten auch hier als Knotenbildungen hervor, obwohl sie an Dicke z. B. diejenigen von *Lepus* nicht erreichen, jene von *Columba* aber übertreffen. Die an Grösse wechselnden Zellmaschen sind im Durchschnitt enger wie die der meisten Säugetiere, aber weiter als bei den Vögeln. Körnerbildungen sieht man nicht, dagegen fallen hin und wieder anscheinend isoliert stehende Ringe auf.

Testudo graeca.

Die Spinalganglienzellen von *Testudo* wurden 17 Tage der Einwirkung der Osmiumsäure ausgesetzt. Die dann sichtbaren Bilder des Binnennetzes weichen nur unwesentlich von jenen von *Emys* ab. Eine Einwirkungsdauer von acht Tagen blieb resultatlos. — Meist enthalten die mittelgrossen Zellen das Netz und die kleineren sind frei von demselben. Nur Zellen mit dunklerem Plasma und der centralen Zonen sind netzhaltig; die peripherischen Lagen weisen solche Zellen mit Netz nur äusserst selten auf und nie ist in denselben die bei *Emys* vorkommende Anordnung zu Haufen anzutreffen. Dagegen kann das alleinige Auftreten netzhaltiger Zellen in unmittelbarer Nähe gefärbter Nervenfasern auch für *Testudo* bestätigt werden.

Hinsichtlich der Form des Binnennetzes, seiner variierenden Lage zum Kern, seiner fehlenden Verbindung mit ausserhalb der Zelle belegenen Gewebsstructuren kann auf das bei *Emys* Gesagte verwiesen werden.

Die in Fig. 11 wiedergegebene Anordnung des Binnennetzes ist die vorherrschende, die in derselben angedeutete perinucleäre Zone wie bei verschiedenen Säugetieren meist mehr oder weniger breit vorhanden, desgleichen die peripherische, freie Randzone, so dass die abgeschlossene, endocelluläre Lage klar zu Tage tritt.

Die einzelnen Fäden weisen im Vergleich zu denen von *Emys* einige Unterschiede auf.

An Dicke scheinen sie zu wechseln, hier mit denen von *Emys* übereinstimmend, dort sich jenen von *Felis* nähernd. Desgleichen sind dieselben von wechselnder Länge und Form, wie aus Fig. 11 ersichtlich, indem sie Gestalten annehmen, welche an die bei *Mus* beschriebenen vielfach erinnern. Dementsprechend entstehen



Fig. 11. *Testudo graeca*. Spinalganglienzelle mit Binnennetz, abgeschlossenen Bau zeigend. Perinucleäre Zone ziemlich breit.

Imprägnationsdauer: 17 Tage. Schnittdicke: 5 μ .
Vergrößerung: ca. 1850.

aus den unter einander verbundenen Fäden merkwürdige Maschenwerke, wobei aber das gesamte Netzwerk den von Golgi erwähnten, abgeschlossenen Bau annimmt. Neben Maschen von ziemlich bedeutender Länge sieht man ganz kleine Ringformen, oder vieleckig gestaltete. Die Knotenpunkte treten an den Maschen als rundliche Erhebungen hervor. Solche in der Einstellungsebene auftretende winzige Punkte entsprechen den Knotenpunkten tiefer gelegener Fäden.

Hin und wieder bilden die Fäden in den Zellen kleine netzartige Structuren, die anscheinend ohne gegenseitigen Zusammenhang, und in mancher Hinsicht den Golgi'schen Bruchstücken des „Apparato reticolare interno“ z. B. von *Felis* ähnlich sind.

Ophidier: Tropidonotus natrix.

Von *Tropidonotus* wurden die Trigeniumsganglien untersucht. Nach 10 Tagen hatte die Osmiumsäure noch keine Netzstrukturen imprägniert. Die Imprägnation derselben ergab sich erst am zwanzigsten Tage am besten in den grossen Zellen mit dunklem Plasma in der Nähe von Nervenfasern und der centralen Lagen.

Auffallend ist hierbei, dass man fast gar keine Zelle sieht, in welcher der Kern vom Binnennetz allseitig umschlossen ist. Die stärkste Umschliessung des Kernes, wie ich sie bei *Tropidonotus*



Fig. 12. *Tropidonotus natrix*. Trigeniumsganglienzelle mit Binnennetz, welches teils aus Fäden, teils aus Körnerreihen besteht.

Imprägnationsdauer: 20 Tage. Schnittdicke: 5 μ .
Vergrösserung: ca. 1850.

gefunden habe, giebt Fig. 12 wieder. In der Mehrzahl ist der Kern von Teilen eines Netzwerkes umgeben, die lebhaft die Erinnerung an die bekannten Bruchstücke des Golgi'schen endocellulären Netzes wachrufen. Im Uebrigen begegnet man Zellschnitten, mit und ohne Kern, die Netzformen aufweisen, wie wir sie schon bei den anderen Tieren kennen lernten.

Jegliche Netzform zeigt deutlich endocellulären Cha-

rakter, insofern als eine peripherische, freie Randzone mehr oder weniger breit klar zu Tage tritt. In gleicher Weise ist keinerlei Beziehung zwischen Netzwerk und Kern festzustellen, da auch zwischen diesen beiden Gebilden eine perinucleäre, netzfreie Zone übrig bleibt.

Die Netzmaschen sind meist von langgestreckter oder ovaler Form und bestehen bald aus Fäden, bald aus Körnerreihen, wie wir es schon bei *Cavia* [Fig. 5] sahen. Sie sind aber weiter wie diese und auch wie die von *Emys*, aber nicht so weit wie jene des *Erinaceus* oder von *Canis*.

Die einzelnen Fäden dürften an Umfang mit denen von *Emys* übereinstimmen, obwohl sie nicht überall gleichmässig dick sind. Sie

sind verschiedenartig gewunden und erinnern dabei an die S-, Haken- oder Hufeisenform. Dort, wo das Netz an die periphere, freie Randzone grenzt, nehmen sie häufig eine Gestalt an, die der Arkadenform stark ähnelt und geben auf diese Weise dem Netz einen in sich abgeschlossenen Charakter. An der Stelle, wo die Fäden sich mit einander verbinden, treten auch bei diesem Tier die verdickten Knotenpunkte hervor. — Die zwischen den Fäden auftretenden Körnerreihen mannigfacher Form bestehen nicht aus isolierten, an einander gereihten Körnern, sondern diese sind vielmehr mit einander durch feine Fäden verbunden, so dass sie bei schärferer Betrachtung als knotige Fäden erscheinen.

Amphibien:

Rana temporaria.

Die spinalen Ganglienzellen von *Rana* zeigen nach einer Osmiumbehandlung von sieben Tagen fast in allen Zellen des Ganglions, ausgenommen die ganz grossen, ein scharf contouriertes Binnennetz. Zellen mit dunklem Plasma und nahe den Nervenfasern sind auch hier wieder bevorzugt, ebenso die der centralen Lagen. Was die Zellen der peripherischen Zone anbelangt, so ist das Bild bei *Rana* in dieser Hinsicht wechselnd. Man sieht Ganglienschnitte, in denen die Zellen der peripherischen Schicht netzfrei, und dann wieder solche, wo dieselben netzhaltig sind.

Die einzelnen variierenden Formen des Binnennetzes mit Rücksicht auf seine Lage zum Kern und zur Oberfläche der Zelle sind dieselben, wie bei den Säugetieren, Vögeln oder Reptilien. Eine periphere, netzfreie, stets vorhandene Zone trennt das Netz von

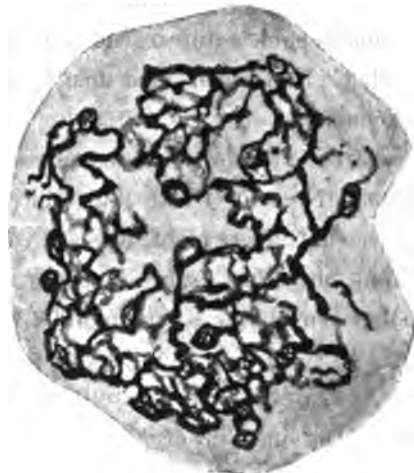


Fig. 13. *Rana temporaria*. Spinalganglienzelle. Binnennetz mit lobulärer Anordnung.

Imprägnationsdauer: 7 Tage. Schnitt-
dicke: 5 μ . Vergrößerung: ca. 1850.
(Nach einem Präparat von Fr. Kopsch.)

der Oberfläche der Zelle und mithin auch von der Umgebung derselben, andererseits ist keine Verbindung zwischen Fadenwerk und Kern wahrzunehmen, selbst in jenen seltenen Fällen, wo eine der ersteren entsprechende continuierliche, perinucleäre, freie Zone nicht vorhanden scheint.

Ganz besonders auffallend ist in manchen Zellen die lobuläre Anordnung einzelner Teile des Netzwerkes, wie sie uns Fig. 13 wiedergibt. Dieselbe weist eine grosse, thatsächliche Uebereinstimmung mit der „disposition lobulaire“ auf, die Golgi [7 Fig. 1—3] von *Equus* beschreibt und abbildet. Merkwürdigerweise ist diese lobuläre Form nicht in allen Zellen ein und desselben Ganglionschnittes vorhanden, sondern, wie gesagt, nur in einigen ein und desselben Schnittes.

Dagegen sind die von Holmgren mit seiner Methode bei *Rana* in den Spinalganglienzellen dargestellten „Kanälchen“ [43 Fig. 4, 5, 6 und 46 Fig. 23—27, 44—46] in keinerlei Beziehung zum Vergleich mit dem Binnennetz heranzuziehen.

Die Holmgren'schen Befunde bei *Rana* weisen auch nicht die leiseste Aehnlichkeit mit dem Netzwerk auf, so dass auch hier keinerlei Anhaltspunkte für irgend eine Uebereinstimmung zwischen Holmgren'schen „Kanälchen“ und dem Binnennetz nach Kopsch gefunden werden können.

Die Fäden des Binnennetzes sind von rauh höckeriger Beschaffenheit und stehen an Dicke ungefähr zwischen denen von *Cavia* und *Lepus*. Sie sind aber nicht überall von gleicher Dicke. In ihrem Verlauf sind dieselben sehr stark geschlängelt und bilden ziemlich enge Maschen, deren Knotenpunkte verdickt sind.

Schlussbetrachtungen.

Die im Vorhergehenden besprochenen Untersuchungen haben ergeben, dass durch lang andauernde Einwirkung einer zweiprocentigen Osmiumsäurelösung in den Zellen der Spinalganglien bei den Mitgliedern der vier Tierklassen: Säugetiere, Vögel, Reptilien und Amphibien ein *übereinstimmendes Binnennetz* schwarzer Färbung entsteht.

Bei diesem Binnennetz treten Momente zu Tage, welche alle Tiere gemeinsam aufweisen, und solche, die nur der einen oder anderen Gruppe eigen sind.

Zu den ersteren gehört:

I. *die vollkommen endocelluläre Lage des Netzwerkes*, welches durch eine *mehr oder minder breite, peripherische Zone*, die stets frei von Netz ist und deren Breite sogar in derselben Zelle schwanken kann, von der Oberfläche der zugehörigen Zelle getrennt ist. *Es kann daher an keiner einzigen Zelle ein Zusammenhang mit extracellulär gelegenen Gebilden*, wie es Holmgren von seinen „Trophospongien“ behauptet, *festgestellt werden*. Den diesbezüglichen, schon citierten, vereinzelt gefunden von Holmgren, Retzius und Smirnow an Golginetzen möchte ich die von ersteren beigelegte Bedeutung nicht zuerkennen. Diesen wenigen Beobachtungen stehen so zahlreiche entgegengesetzte gegenüber, dass sie wohl erst so schwerwiegende Beweiskraft erlangen können, wenn ihr Procentsatz zu den angestellten Untersuchungen sich wesentlich erhöht.

Gegen die Entstehung dieser Fadenwerke aus extracellulären Bildungen, wie z. B. der multipolaren intracapsulären Zellen (Holmgren), würde auch die Beobachtung sprechen, dass weder die Zellkapsel noch sonst etwas in der Umgebung der Zelle, abgesehen von den Nervenfasern, die schwarze Osmiumimprägation aufweist.

II. *Die Lage des Binnennetzes zum Kern.*

Hierbei herrscht die allseitige Umgebung des centralen Kernes vor. Doch können je nach der mehr oder weniger excentrischen Lage des Kernes Variationen hierin vorkommen.

III. *Das Binnennetz tritt meist in Zellen mit dunklem Plasma der centralen Zonen des Ganglions auf, die in unmittelbarer Nähe geschwärzter Nervenfasern liegen.* Die Zellen der peripherischen Lagen zeigen in der Mehrzahl das Netz nicht.

IV. *Die Form des Binnennetzes* im Gesamt richtet sich nach der Gestalt der zugehörigen Zelle.

V. Das Binnennetz besteht in allen Zellen aus einem Fadenwerk wechselnder Dicke und Maschenweite mit verdickten Knotenpunkten, welches in verschiedenen Ebenen des Zellkörpers angeordnet ist. —

Neben diesen gemeinsamen Momenten lassen die einzelnen Tierklassen noch *besondere Charaktere* erkennen und zwar:

Säugetiere:

Die Zellen derselben weisen meist einen *netzfreien perinucleären*

Hof schwankender Breite auf (Felis, Mus, Cavia, Canis), der oft sogar breiter ist als die peripherische Randzone (Erinaceus), häufig aber in der Mehrzahl fehlt (Lepus).

Die peripherische Zone des Ganglions ist nicht immer frei von Zellen mit Binnennetz, sondern diese kommen hier vereinzelt vor (Canis), oder nur in der am meisten central belegenen Schicht dieser Zone (Erinaceus, Lepus).

Oft zeigt das Binnennetz durch scharfe peripherische Begrenzung einen in sich abgeschlossenen Charakter (Canis, Erinaceus, Lepus), oder er lässt die von Golgi beschriebene *lobuläre Anordnung* erkennen (Canis), oder tritt in Form von Bruchstücken um den Kern herum auf (Felis, Mus).

Die Fäden sind von schwankender Dicke, am dicksten bei Canis, am dünnsten bei Cavia. Häufig machen sie einen knotigen Eindruck (Cavia, Erinaceus, Mus), oder entsenden seitliche Ausläufer, die in keulenförmigen Verdickungen enden (Canis, Erinaceus, Lepus).

Bisweilen bestehen die Netzmaschen nicht aus Fäden, sondern setzen sich aus punktartigen Gebilden allein (Canis-peripherische Zone) oder aus solchen abwechselnd mit Fäden zusammen (Erinaceus, Lepus-peripherische, Cavia, Mus-centrale Zone des Ganglions).

Vögel:

Die *peripherische, netzfreie Randzone ist verhältnismässig breit*, während ein perinucleärer Raum fast nie vorhanden ist. Die Zellen der peripherischen Lagen des Ganglions sind entweder wie bei den verschiedenen Säugetieren ganz frei von Netz (Gallus), oder die netzhaltigen Zellen derselben liegen angehäuft beisammen (Columba).

Die schon bei einzelnen Vertretern der vorigen Tierklasse gemachte Beobachtung des in sich abgeschlossenen Charakters des Binnennetzes findet sich auch bei Columba.

Die Fäden sind ungleich zarter und feiner, wie die der Säugetiere, nur hin und wieder knotig verdickt, bisweilen mit seitlichen Ausläufern (Columba). Sie bilden sehr feine Maschen mit stark hervortretenden Knotenpunkten. Hin und wieder begegnet man auch Körnerreihen (Columba).

Reptilien:

Hier ist das Auftreten einer perinucleären Zone wechselnd, bald gar nicht vorhanden (Emys), bald fast immer zu sehen (Testudo, Tropidonotus).

Die peripherischen Lagen des Ganglions zeigen die schon bei Columba gefundene Anhäufung der Zellen mit Binnennetz (Emys), andere lassen sie nie erkennen (Testudo).

Das Binnennetz erscheint häufig nur in Zellen mit dunklem Plasma (Testudo, Tropidonotus) oder in solchen mit hellerem (Emys).

Den in sich abgeschlossenen Charakter, sowie Bruchstücke des Binnennetzes, die die Erinnerung an die Golgi'schen Befunde wachrufen, sieht man bei Testudo und Tropidonotus.

Die Fäden stehen an Dicke denen der Säugetiere nahe und übertreffen die der Vögel, obwohl sie in ihrem Verlauf ungleich dick und meist glatt sind.

Die aus ihnen entstehenden Netzmaschen stehen an Weite zwischen denen der Säugetiere und Vögel. Dasselbe trifft für die Dicke der Knotenpunkte zu.

Zwischen den Fäden sieht man bisweilen kleine Körnerreihen (Tropidonotus) oder kleine, isoliert erscheinende Ringe (Emys).

Amphibien:

Das Freisein von Zellen mit Binnennetz in den peripherischen Lagen des Ganglions ist wechselnd.

Ganz besonders auffallend ist in manchen Schnitten die *lobuläre Anordnung* einzelner Teile des Netzwerkes. Die Fäden sind von rauh höckriger Beschaffenheit und an Dicke denen einiger Säugetiere gleich.

Aus allem diesen dürfte die Folgerung als berechtigt anzusehen sein, dass die grösste Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass das mittelst der Osmiumsäure in den spinalen Nervenzellen hervorgerufene Binnennetz nach Kopsch und der „Apparato reticolare interno“ Golgis identische Gebilde sind. Dagegen haben sich für eine Aehnlichkeit mit den Holmgren'schen „*Kanälchen*“ *keinerlei* Anhaltspunkte ergeben. Der ganz jüngst von Holmgren [56] wieder vertretenen Anschauung,

dass die Golgi'schen schwarzen Silhouetten seine mit doppelchromsauren Silber ausgefüllten Kanälchen sind, muss entgegengehalten werden, dass dann ja auch die durch Osmiumsäure dargestellten Netze als seine angefüllten Kanälchen zu betrachten wären, was Holmgren freilich annimmt. Dafür sind bisher aber nirgends Beweise erbracht worden. Im Gegenteil, *die an keinem einzigen meiner Präparate nachweisbare Verbindung des Binnennetzes mit extracellulären Bahnen spricht gegen diese Auffassung.*

Wenn nun auch eine Identifizierung der „Kanälchen“ mit den „Binnennetzfaden“ abgelehnt werden muss, so lässt sich eine gewisse Uebereinstimmung mit den *compacten „Trophospongien“* nicht von der Hand weisen, wenn man die hier und da von Holmgren beobachtete Verlängerung derselben über die Zellgrenze hinaus als unaufgeklärt ausschaltet. Dies letztere entbehrt schon deshalb nicht einer gewissen Berechtigung, weil Holmgren [49 p. 434] von dem „*Trophospongium*“ der centralen Nervenzellen höherer Tiere nicht mit Sicherheit sagen kann, woher es stammt.

Was die Bedeutung des „Binnennetzes“ anbelangt, möchte ich der von Golgi und Kopsch geäußerten Anschauung beitreten, dass wir nämlich heute noch nicht in der Lage sind, hierüber ein Urteil abzugeben. Es bleibt daher weiteren Untersuchungen vorbehalten, die Lösung dieser Frage zu versuchen.

Berlin, den 5. Februar 1903.



Litteratur-Verzeichnis.

(Die mit einem * versehenen Arbeiten konnten im Original nicht eingesehen werden.)

1. Adamkiewicz, Alb., Zum Blutgefässapparat der Ganglienzelle. *Anat. Anz.* Bd. XVII. pag. 44—48. 1900.
2. —, Stehen alle Ganglienzellen mit den Blutgefässen in direkter Verbindung. *Neurol. Centralbl.* XIX. pag. 1—6.
3. —, Die Grosshirnrinde als Organ der Seele. 1902.
4. Ballowitz, E., Demonstrationsbericht der Verhandl. der anat. Ges. zu Kiel. 1898. pag. 267.
5. —, Ueber das Epithel der Membrana elastica posterior des Auges, seine Kerne und eine merkwürdige Struktur seiner grossen Zellsphären. *Arch. für mikrosk. Anat.* Bd. LVI H. 1. pag. 230—291. Taf. IX—XI.
6. —, Eine Bemerkung zu dem von Golgi und seinen Schülern beschriebenen „Apparato reticolare interno“ der Ganglien- und Drüsenzellen. *Anat. Anz.* Bd. XVIII. No. 8. pag. 177—181. 1900.
7. Beneden, Ed. van, Bull. de l'Acad. Royale de Belgique (Classe des Sciences). 1899. No. 2. pag. 55—61.
8. Bethe, Albrecht, Einige Bemerkungen über die „intracellulären Kanälchen“ der Spinalganglienzellen und die Frage der Ganglienzellenfunktion. *Anat. Anz.* Bd. XVII. pag. 804—809. 3 Abbild. 1900.
9. Bochenek, Adam, L'Anatomie fine de la cellule nerveuse de *Helix pomatia* Lin. *Comptes rend. de l'Associat. des Anatom.* Sess. III. Lyon 1901. pag. 106—108.
10. Browicz, T., Ueber Befunde im Kerne der Leberzellen, welche für die secretorische Funktion des Kernes sprechen. *Anz. der Akad. Wiss. in Krakau.* 1897. pag. 167—172. 1 Taf.
11. —, Ueber den Bau der Leberzelle. *Anz. der Akad. der Wiss. in Krakau.* 1897. pag. 186—193. — 2 Taf.
12. —, Ernährungswege in der Leberzelle nebst einem Resumé über die Resultate der seit 1897 in den Publikationen der Akademie veröffentlichten Untersuchungen des Verfassers über die Leberzelle. *Anz. der Akad. der Wiss. in Krakau.* 1899. pag. 365—372.
13. —, Einige Bemerkungen über die Leberzelle. *Anz. der Akad. der Wiss. in Krakau.* 1902. pag. 130—136.
14. —, Meine Ansichten über den Bau der Leberzelle. *Arch. für pathol. Anat. und Physiol.* Bd. 168 H. 1. pag. 1—22. — 1 Taf.

15. Browicz, T., Die Beziehungen zwischen den intraacinosen Blutkapillaren und den intracellulären Ernährungskanälchen der Leberzelle. *Anat. Anz.* Bd. XXII H. 7/8. pag. 157—162. 1902.
16. Bugnion, M., *Comptes rend. de l'Assoc. des Anat. Sess. III.* Lyon 1901. pag. 187.
- *17. Carucci, V., *Intorno alla struttura della cellule nervose.* Camerino, tip. Savini. 1901. 8 pag.
- *18. Colucci, C., La zona perinucleare nella cellula nervosa. *Ann. Nevrol. Napoli.* Anno XVIII. pag. 128—137. Fig.
- *19. —, A proposito delle zona perinucleare nella cellula nervosa: Risposta al. Dott. Donaggio. *Ann. di Nevrol.* Anno XVIII. F. 3. pag. 228.
20. Donaggio, Art., I Canalicoli del Citoplasma nervoso e il loro rapporto con uno spazio perinucleare. *Rivista speriment. di Freniatria e di Medic. leg.* Vol. XXVI. pag. 187—196. 2 Textfig. 1900.
21. Fragnito, O., Le développement de la cellule nerveuse et les canalicules de Holmgren. *Bibliograph. anatom.* Tome IX. 2 fasc. pag. 72—79. 3 Fig. 1901.
- *22. —, Lo sviluppo della cellula nervosa e i canalicoli di Holmgren. *Ann. di Nevrol. Napoli.* Anno XVIII. pag. 432—441. 3 Fig.
23. Fraser, J. W. and E. Hew. Fraser, Preliminary note on inter- and intracellular passages in the liver of the frog. *Journ. of Anat. and Physiol.* Vol. XXIX. pag. 240. 1895.
24. Fuchs, Hugo, Ueber das Epithel im Nebenhoden der Maus. *Anat. Hefte.* 62. Heft (XIX. Bd. 2. H.) pag. 311—348. Tafel VI—VIII. 1902.
25. Fürst, C. M., Ringförmige Bildungen in Kopf- und Spinalganglienzellen bei Lachsembryonen. *Anat. Anz.* Bd. XVIII. H. 9/10. pag. 253—255. 2 Fig. 1900.
26. —, *Comptes rend. d. XIII^e Congrès internat. de Médecine.* Paris 1900. Sect. d'Histol. et d'Embryol. pag. 147.
27. —, Ringe, Ringreihen, Fäden und Knäuel in den Kopf- und Spinalganglienzellen bei Lachse. *Anat. Hefte.* 62. Heft. (XIX. Bd. 2. H.) pag. 387—419. 2 Taf. 1902.
28. Gemelli, E., Contributo alla conoscenza della struttura della ghiandola pituitaria nei Mamumiferi. *Boll. della Soc. med.-chir. di Pavia.* 1900. pag. 231—240. 1 Taf.
29. Golgi, Cam., *Intorno alla struttura delle cellule nervose.* *Boll. della Soc. med.-chir. di Pavia.* 1898. T. 1. 16 p.
Sur la structure des cellules nerveuses. — *Arch. ital. de Biologie.* T. 30. pag. 60—71. 2 Fig. 1898.
30. —, *Appunti intorno alla struttura delle cellule nervose.* *Rend. R. Ist. Lomb. di Scienze e Lett. S. II.* Vol. XXXI. pag. 930—941. 2 Fig. 1898.
Gaz. med. lomb. Anno 57. No. 30. pag. 269—272; 279—280. 1898.
31. —, Sulla struttura delle cellule nervose dei gangli spinali. *Boll. della Soc. med.-chir. di Pavia.* T. 2. 15 Luglio. 1898.
Sur la structure des cellules nerveuses des ganglions spinaux. *Arch. ital. de Biologie.* T. 30. pag. 278—286. 1 Taf. 1898.

32. Golgi, Cam., Sur la structure des cellules nerveuses de la moelle épinière. Cinquantenaire de la Soc. de Biologie. Paris. Vol. Jubil. pag. 507—530. 1 Taf. 1899.
33. —, Di nuovo sulla struttura delle cellule nervose dei gangli spinali. Communicat. fatta alla Soc. med.-chir. di Pavia nella seduta del 20. I. 1899. 14 p. De nouveau sur la structure des cellules nerveuses des ganglions spinaux. Arch. ital. de Biologie. T. 31. pag. 273—280. 1 Taf. 1899.
34. —, Intorno alla struttura delle cellule nervose della corteccia cerebrale. Verhandl. der Anat. Ges. Pavia 1900. pag. 164—176. 2 Fig.
35. —, Le réticulum intra-cellulaire et la structure fibrillaire périphérique de la cellule nerveuse. Comptes rend. d. XIII^e Congrès internat de Médecine. Paris 1900. Sect. de Neurol. pag. 582—586.
36. —, Comptes rend. de l'Associat. des Anat. III. Sess. Lyon 1901. a) pag. 109—111, b) pag. 188, c) pag. 258.
- *37. —, Intorno alla struttura della cellule nervose dei gangli spinali. Boll. della Soc. med.-chir. di Pavia. F. 8. 15 p. Fig. Gazz. di ospedali, Anno XIX, No. 52. pag. 557.
38. Heidenhain, Martin, Ueber die Centralkapseln und Pseudochromosomen in den Samenzellen von Proteus, sowie über ihr Verhältnis zu den Idiozomen, Chondromiten und Archoplasmaschleifen. Anat. Anz. Bd. XVIII. No. 22/23. pag. 518—550. 8 Fig. 1900.
39. Holmgren, Emil, Kurze vorläufige Mitteilung über die Spinalganglien der Selachier und Teleostier. Anat. Anz. Bd. XV. No. 8. pag. 117—125. 11 Fig. 1898.
40. —, Zur Kenntnis der Spinalganglienzellen von Lophius piscatorius Lin. Anat. Hefte. H. 38. (Bd. XII H. 1.) pag. 71—154. 2 Fig. und Taf. IX—XVIII. 1899.
41. —, Zur Kenntnis der Spinalganglienzellen des Kaninchens und des Frosches. Anat. Anz. Bd. XVI. No. 7. pag. 161—171. 11 Fig. 1899.
42. —, Weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen. Anat. Anz. Bd. XVI No. 15/16. pag. 888—897. 13 Fig. 1899.
43. —, Noch weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen verschiedener Tiere. Anat. Anz. Bd. XVII. No. 6/7. pag. 113—129. 17 Fig. 1900.
44. —, Einige Worte in Veranlassung der von Prof. Adamkiewicz veröffentlichten letzten Mitteilung. Anat. Anz. Bd. XVII. No. 15. pag. 267—270. 1900.
45. —, Weitere Mitteilungen über die Saftkanälchen der Nervenzellen. Anat. Anz. Bd. XVIII. No. 11/12. pag. 290—296. 4 Fig. 1900.
46. —, Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen. Anat. Hefte. H. 47. (Bd. XV. H. 1.) pag. 1—90. 2 Fig. Taf. I—XIV. 1900.
47. —, Beiträge zur Morphologie der Zelle. I. Nervenzellen. Anat. Hefte. H. 59. (Bd. XVIII. H. 2.) pag. 267—325. 4 Fig. Taf. XVII—XXVI. 1901.
48. —, Von den Ovocyten der Katze. Anat. Anz. Bd. XVIII. No. 2/3. pag. 68—69. 8 Fig. 1900.
49. —, Einige Worte über das „Trophospongium“ verschiedener Zellarten. Anat. Anz. Bd. XX. No. 18. pag. 433—440. 8 Fig. 1902.

50. Holmgren, Emil, Ueber die „Trophospongien“ der Darmepithelzellen, nebst einer Bemerkung in Betreff einer von Prof. Browicz neulich publicierten Abhandlung über die Leberzellen. Anat. Anz. Bd. XXI. No. 16/17. pag. 477—484. 4 Fig. 1902.
51. —, Weiteres über das „Trophospongium“ der Nervenzellen und der Drüsenzellen des Salamander-Pankreas. Arch. für mikrosk. Anat. und Entw. Bd. LX. H. 4. pag. 669—680. 3 Fig. Taf. XXXIV. 1902.
52. —, Ueber die Saftkanälchen der Leberzellen und der Epithelzellen der Nebenniere. — Anat. Anz. Bd. XXII. H. 1. pag. 9—14. 3 Fig. 1902.
53. —, Ueber die „Trophospongien“ der Nebenhodenzellen und der Lebergangzellen von *Helix pomatia*. Anat. Anz. Bd. XXII. No. 4/5. pag. 83—86. 2 Fig. 1902.
54. —, Weiteres über die „Trophospongien“ der Leberzellen und der Darmepithelzellen. Anat. Anz. Bd. 22. No. 16. pag. 313—323. 8 Fig. 1902.
55. —, Neuere Beiträge zur Morphologie der Zelle. Ergebn. der Anat. und Entw. Bd. XI. pag. 274—329. 1902.
56. —, Einige Worte zu der Mitteilung von Kopsch: „Die Darstellung des Binnennetzes in spinalen Ganglienzellen und anderen Körperzellen mittels Osmiumsäure“. Anat. Anz. Bd. XXII. No. 17/18. pag. 374—381. 2 Fig. 1903.
(Hilaire-Saint siehe unter S.)
57. Koellicker, A., Kurzer Bericht über den Congress zu Pavia. 1900. Verh. der Phys.-med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. XXXIV. pag. 9—10. 10 Fig. 1902.
58. Kolossow, A., Zur Anatomie und Physiologie der Drüsenepithelzellen. Anat. Anz. Bd. XXI. No. 8. pag. 226—237. 1902.
59. Kolster, R., Studien über das ventrale Nervensystem. I. Zur Kenntnis der Nervenzellen von *Petromyzon fluviatilis*. Acta Soc. scient. fennicae. T. 29. No. 2. pag. 1—93. 1900.
60. Kopsch, Friedrich, Die Darstellung des Binnennetzes in spinalen Ganglienzellen und anderen Körperzellen mittelst Osmiumsäure. Sitz.-Ber. der Königl. Preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin. XL. 1902. pag. 929—935. 1 Fig.
61. Kronthal, Paul, Von der Nervenzelle und der Zelle im allgemeinen. 274 S. Jena 1902.
- *62. Lugaro, E., Sulla pathologica delle cellule dei gangli sensitivi. Riv. di patol. nerv. e ment. V. 1900.
63. Martinotti, C., Su alcune particolarità di struttura delle cellule nervose. Ann. di Freniatria e scienze affini. 1899.
Sur quelques particularités de structure des cellules nerveuses. Arch. ital. de Biologie. T. XXXII. F. 2. pag. 293—308.
64. Modena, Gust., La fine struttura della cellula nervosa. Rassegna. Riv. sperim. di Freniatria. Vol. XXVI. pag. 197—219. 11 Fig. 1900.
65. Müller, E., Ueber Sekretcapillaren. Arch. f. mikr. Anatom. Bd. XLV. H. 3. pag. 463—474. 1 Tafel.
66. —, Zur Kenntnis der Labdrüsen der Magenschleimhaut. Verh. des biol. Vereins in Stockholm. Bd. IV. H. 5/8.

67. Nansen, Fr., The Structure and Combination of the histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Museum Aarsberetning for 1886. pag. 27—216. 11 Taf.
- *68. Negri, A., Di una fina particolarità di struttura delle cellule di alcune ghiandole dei mammiferi. Boll. della Soc. med.-chirurg. di Pavia. 1899. (15.XII.)
69. —, Ueber die feinere Struktur der Zellen mancher Drüsen bei den Säugetieren. Verhandl. der anat. Ges. Pavia 1900. pag. 178—180.
70. Nelis, Charles, Un nouveau détail de structure du protoplasme des cellules nerveuses (état spirémateux du protoplasme). Bull. de la Classe des Sciences de l'Acad. Royale de Belgique. 1899. No. 2. pag. 102—124. (4 Taf. mit 11 Abbild.)
71. Obersteiner, Verhandl. der anat. Ges. zu Pavia. 1900. pag. 181.
72. Pensa, Anton, Sopra una fina particolarità di struttura di alcune cellule delle capsule suprarenali. Boll. della Soc. med.-chir. di Pavia. 1899. No. 2.
73. —, Osservazioni sulla struttura delle cellule cartilaginee. Rend. d. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Ser. II. Vol. XXXIV. 1901. pag. 448—447.
Boll. della Soc. med.-chir. di Pavia. 1901. No. 3/4. pag. 119/205.
74. —, Observations sur la structure des cellules cartilagineuses. Comptes rend. de l'Assoc. des Anatom. Sess. III. Lyon 1901. pag. 185—187. 2 Fig.
75. —, Demonstrationsbericht der Verhandl. der Anatom. Ges. Bonn. 1901. pag. 205.
76. Pognat, Amédée, La Biologie de la cellule nerveuse et la théorie des neurones. Bibliograph. Anatom. Tome IX. pag. 276—334. 4 Fig. 1901.
- *77. Ramon y Cajal, S., Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados. Nicolas Moya. Madrid 1901.
78. Retzius, Gustav, Weiteres zur Frage von den freien Nervenendigungen und anderen Strukturverhältnissen in den Spinalganglien. Biolog. Untersuch. N. F. IX. pag. 69—70. Taf. XIII—XV. 1900.
79. —, Ueber Kanälchenbildung in den Riesenzellen des Knochenmarkes. Verhandl. der Anatom. Ges. Bonn 1901. pag. 92—95.
80. Saint-Hilaire, C., Ueber die Structur der Speicheldrüsen einiger Mollusken. Verhandl. des V. Int. Zool.-Congress zu Berlin 1901. pag. 767—773. Jena 1902.
81. Schaefer, E. A., On nutritive Channels within the Liver Cells which communicate with the lobular capillaries. Anat. Anz. Bd. XXI. pag. 18—20. 1 Fig. 1902.
82. —, On the Existence within the Liver Cells of Channels which can be directly injected from the Blood Vessels. Proceed. of the Royal-Soc. of Edinburgh. Sess. 1901/02. Vol. XXIV. No. 2. pag. 65—69. 2 Fig.
83. Schlater, Gust., Kritisches zur Frage vom Bau der Leberzelle. (Vom intranucleären Hohlraum.) Anat. Anz. Bd. XXII. No. 18. pag. 249—259. 1 Fig. 1902.
84. Schmincke, A., Zur Kenntnis der Drüsen der menschlichen Regio respiratoria. Arch. f. mikrosk. Anat. und Entw. Bd. LXI. H. 2. pag. 233—244. Taf. XIII.
85. Sjöbring, Niels, Ueber das Formol als Fixierungsfähigkeit. Anat. Anz. Bd. XVII. No. 16/17. pag. 273—304. 3 Fig. 1900.

86. Sjövall, Einar, Ueber die Spinalganglienzellen des Igels. Ein neuer Befund von krystalloiden Bildungen in Nervenzellen. Die intracellulären „Kanälchen“-Systeme. Anat. Hefte. 58. (Bd. XVIII. H. 1.) pag. 239—266. Taf. XV—XVI. 1902.
87. Smirnow, A. E. von, Einige Beobachtungen über den Bau der Spinalganglienzellen bei einem viermonatlichen menschlichen Embryo. Arch. f. mikrosk. Anatom. und Entw. Bd. LIX. pag. 459—470. Taf. XXV. 1901.
88. Solger, Bernh., Ueber die intracellulären Fäden der Ganglienzellen des elektrischen Lappens von Torpedo. Gegenbaurs Morphol. Jahrb. Bd. XXXI. H. 1. pag. 104—115. Taf. V. 1902.
- *89. Soukhanoff, S., Réseau endocellulaire de Golgi dans les éléments nerveux des ganglions spinaux. Bév. neurol. 1901. pag. 1228—1232. 3 Fig.
- *90. —, Sur le réseau endocellulaire de Golgi dans les éléments nerveux de l'écorce cérébrale. Le Névraux IV.
91. Stöhr, Philipp, Lehrbuch der Histologie. 9. Aufl.
92. Studnicka, F. K., Ueber das Vorkommen von Kanälchen und Alveolen im Körper der Ganglienzellen und in dem Axencylinder einiger Nervenfasern der Wirbeltiere. Anat. Anz. Bd. XVI. No. 15/16. pag. 397—401. 1900.
93. —, Beiträge zur Kenntnis der Ganglienzellen. I. Ein neuer Befund von Centrosomen; die intracellulären Kanälchen. Sitzungsber. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wissenschaften zu Prag. Jahrg. 1900. XVI 4. Mai. pag. 1—6. 1 Fig.
94. Totsuka, F., Ueber die Centrophormien in dem Descemet'schen Epithel des Rindes. Internat. Monatsschrift für Anat. und Phys. Bd. XIX. H. 1/2. pag. 68—78. 1 Fig.
95. Veratti, Emilio, Ueber die feinere Structur der Ganglienzellen des Sympathicus. Anat. Anz. Bd. XV. H. 11/12. pag. 190—195. 1 Fig. 1899.
- *96. —, Su alcune particolarità di struttura dei centri acustici nei Manuniferi. Pavia 1900. 81 Seiten. 7 Tafeln.
97. —, Recherche sulla fine struttura della fibra muscolare striata. Rend. Ist. Lomb. di Scienze e Lettere. Vol. XIX. F. 6. 1902.
98. Waldeyer, Verhandl. der Anatom. Ges. Pavia 1900. pag. 180/181.
99. —, Sitzungsber. der Kgl. Preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin. XL. 1902. pag. 927/928.

Die folgenden Tabellen enthalten eine Uebersicht über die Tierarten und über die Zellarten, welche bisher mit den verschiedenen Methoden untersucht worden sind an den „Apparato reticolare“ Golgis, den „Saftkanälchen“ Holmgrens, das „Binnennetz“ von Kopsch.

Zellen des Peripheren - Nervensystems.

A. Spinalganglienzellen.

Das Binnennetz der spinalen Ganglienzellen bei verschiedenen Wirbeltieren.

405

Vertebraten:	Golgi-(Veratti-)Methode	Andere Fixierungs- u. Färbemethoden	Osmiumsäure-Methode (Kopsch)
<i>Cyclostomen:</i>	Myxine glutinosa	Nansen: 67 p. 158, 154 u. Taf. X Fig. 96 Studnicka: 92 p. 400	
	Petromyzon Planeri	Studnicka: 92 p. 398, 400	
	Petromyzon fluviatilis	Holmgren: 46 p. 36	
<i>Pisces:</i> Selachier:	Acanthias vulgaris	Holmgren: 43 p. 120 Ders.: 46 p. 84 (Fig. 1), p. 85 (Fig. 2) Ders.: 47 Taf. XXIII/XXIV Fig. 25	
	Raja (spec.?) Raja clavata	Holmgren: 43 p. 120 Ders.: 46 p. 33	
Teleostier:	Trutta salar.	Fürst: 25 p. 254 Ders.: 27 p. 890, 891 u. Taf. Fig. 1—4 (Embryo) u. 5—17 Holmgren: 47 Taf. XXV/XXVI Fig. 37 (Embryo)	
	Esox lucius	Holmgren: 43 p. 120	
	Gadus (spec.?) morhua	Holmgren: 43 p. 120 Ders.: 46 p. 33 u. Fig. 31, 32	
	Lophius (spec.?)	Holmgren: 43 p. 121 Studnicka: 92 p. 400	
	piscatorius	Holmgren: 46 p. 31 u. Fig. 28, 29	

	Golgi-(Veratti-)Methode	Andere Fixierungs- u. Färbemethoden	Osmiumsäure-Methode (Kopsch)
<i>Amphibien:</i> Urodelen:	<i>Salamandra maculosa</i>	Holmgren: 51 p. 677 (Fig. A)	
Anuren:	<i>Rana temporaria</i>	Holmgren: 43 p. 118, 120 (Fig. 4, 5, 6) Ders.: 46 p. 29 u. Fig. 28—25, 44—46	Kopsch: 60 p. 981 Misch: loc. cit. p. 393 u. Fig. 13
	<i>Pelobates fuscus</i>	Studnicka: 92 p. 400	
<i>Reptilien:</i> Lpidosaurier:	<i>Tropidonotus natrix</i>		Misch: loc. cit. p. 392 u. Fig. 12
Hydrosaurier:	<i>Testudo graeca</i>		Misch: loc. cit. p. 390 u. Fig. 11
	<i>Emys europaea</i>		Kopsch: 60 p. 981 Misch: loc. cit. p. 388 u. Fig. 10
<i>Aves:</i> Columbinen:	<i>Columba domestica</i>	Holmgren: 56 p. 360 u. Fig. 1, 2	Kopsch: 60 p. 981 Misch: loc. cit. p. 383 u. Fig. 8
Gallinaeen:	<i>Gallus domesticus</i>	Fraginito: 21 p. 78 u. Fig. 8 (Embryo) Holmgren: 42 p. 392 u. Fig. 4, 5, 6 Ders.: 46 p. 27 u. Fig. 17—20, 42, 43 Pagnat: 76 p. 298 (Embryo)	Kopsch: 60 p. 981 Misch: loc. cit. p. 386 u. Fig. 9
Natatores:	<i>Anas boschas</i>		Kopsch: 60 p. 981 Misch: loc. cit. p. 387
	<i>Larus</i>	Holmgren: 42 p. 392	
<i>Mammalien:</i> Ungulaten:	<i>Equus caballus</i>	Holmgren: 43 p. 116 Ders.: 46 p. 26 u. Fig. 15 Ders.: 47 p. 309 u. Taf. XXIII/XXIV Fig. 86	

Rodentien:	Bos taurus	Golgi: 31 p. 280 Ders. 33 p. 275 u. Taf. Fig. 4, 5	Holmgren: 47 Taf. XXIII/XXIV Fig. 32 u. Taf. XXV/XXVI Fig. 39, 41	
	Lepus cuniculus	Golgi: 31 p. 280 Ders.: 33 p. 275 u. Fig. 7 Holmgren: 42 p. 390 Ders.: 46 p. 22 u. Fig. 6 Retzius: 78 p. 73/74 u. Taf. IX, Fig. 1—8	Bethe: 8 p. 305 u. Fig. 1, 2, 3 Holmgren: 40 p. 144 Ders.: 41 p. 162, 164 u. Fig. 1—4 Ders.: 42 p. 389 u. Fig. 1, 2, 7 Ders.: 46 p. 15 u. Fig. 1—5, 7, 41 Ders.: 47 p. 311 u. Taf. XXIII/XXIV Fig. 23, 27, 30 Taf. XXV/XXVI Fig. 33, 34 a, b, c, 38 Ders.: 49 p. 434 u. Fig. 2 Ders.: 51 Taf. Fig. 1, 2, 4 Sjöbring: 85 p. 297	Kopsch: 60 p. 929 u. Fig. 1 Misch: loc. cit. p. 380 u. Fig. 7
Insectivoren:	Mus musculus Cavia cobaya	Golgi: 33 p. 278	Holmgren: 43 p. 116 u. Fig. 1 Ders.: 46 p. 24 u. Fig. 8, 9 Ders.: 47 p. 308 u. Taf. XXV/XXVI Fig. 35 a, b, Taf. XXIII/XXIV Fig. 28, 29, 31 Ders.: 49 p. 435 u. Fig. 1	Misch: loc. cit. p. 378 u. Fig. 6 Kopsch: 60 p. 931 Misch: loc. cit. p. 376 u. Fig. 5
	Erinaceus europaeus		Holmgren: 47 p. 309 Ders.: 51 Taf. Fig. 3 Sjöbring: 85 p. 297 Sjövall: 86 p. 261 u. Taf. XV/XXVI Fig. 11—13	Misch: loc. cit. p. 372 u. Fig. 4

		Golgi-(Veratti-) Methode		Andere Fixierungs- u. Färbemethoden	Osmiumsäure-Methode (Kopsch)
Carnivoren:	Canis familiaris	Golgi: 31 p. 280 u. Taf. Fig. 1 Ders.: 33 p. 275 u. Taf. Fig. 8		Donaggio: 20 p. 190 Holmgren: 42 p. 390 Ders.: 43 p. 117 u. Fig. 2, 3 Ders.: 46 p. 24 u. Fig. 10—12 Ders.: 47 Taf. XXIII/XXIV Fig. 24, Taf. XXV/XXVI Fig. 40 Ders.: 49 p. 434 u. Fig. 3	Misch: loc. cit. p. 370 u. Fig. 3
	Felis domestica	Golgi: 31 p. 280 u. Taf. Fig. 2 Ders.: 33 p. 275 u. Taf. Fig. 6 Holmgren: 42 p. 390 u. Fig. 3a, 3b Ders.: 43 p. 26 u. Fig. 14 Retzius: 78 p. 73, 74 u. Taf. XIV Fig. 1c, d, Taf. XV Fig. 9—11		Holmgren: 42 p. 390 Ders.: 43 p. 25 u. Fig. 13 Ders.: 51 p. 677 u. Fig. 5	Misch: loc. cit. p. 366 u. Fig. 1, 2
Anthropinen:	Homo	Smirnow: 87 Fig. 10 (4 Monate alter Embryo)		Holmgren: 47 p. 314 u. Taf. XVII/XVIII Fig. 19, 20, 21 Taf. XXI/XXII Fig. 22 u. Taf. XXIII/XXIV Fig. 26 Smirnow: 87 p. 462 u. Fig. 1, 2, 6, 7, 8, 9 (4 Monate alter Embryo)	
Evertibraten:	Hirudo medicinalis			Holmgren: 43 p. 128 Ders.: 46 p. 88 u. Fig. 88, 89, 40	
	Helix pomatia			Holmgren: 45 p. 290, 291 u. Fig. 1—4 Ders.: 47 p. 320 u. Taf. XVII/XVIII Fig. 2, 4, 6, 11, Taf. XIX/XX Fig. 1, 8, 9, 12—15 u. Taf. XXI/XXII Fig. 3, 5, 7,	

Arthropoden:	Palaemon	Holmgren: 43 p. 128
	Astacus fluviatilis	Holmgren: 43 p. 128 u. Fig. 10 Dera.: 46 p. 87 u. Fig. 86, 87

B. Sympathicus-Ganglienzellen.

Vertebraten:		
Amphibien:	Rana temporaria	Holmgren: 46 p. 29 u. Fig. 26, 27
Aves:	Gallus domesticus	Holmgren: 42 p. 898 u. Fig. 8—11 Dera.: 46 p. 28 u. Fig. 21
Mammalien:		
Ungulaten:	Equus caballus	Holmgren: 46 p. 26 u. Fig. 16
Rodentien:	Cavia cobaya	Holmgren: 46 p. 23
Carnivoren:	Canis familiaris	Holmgren: 46 p. 25
	Felis domestica	Holmgren: 46 p. 25

Erfolgreiche Anwendung der Methoden.

Ballowitz: 6 p. 178. — Ganglienzellen des Lobus electricus von Torpedo, bei Mollusken (Golgi-Methode):

Fürst: 25 p. 254. — Lachsembryonen unter 90 Tagen } (Perenys Flüssigkeit, Heidenhains Eisen-

Derselbe: 27 p. 391. — Embryonen von Karpfen, Trutta faria, Coregonus, Lavaretus } hämatoxylin).

Misch: loc. cit. p. 330. — Spinalganglienzellen von Vespertilio murinus, Lacerta agilis und vivipara, Molge cristata, Salamandra maculosa, Pelobates, Esox lucius, Petromyzon Planeri (Ammocoetesform). Allobophora, Hirudo medicinalis,

Astacus fluviatilis (Osmiumsäure-Methode).

Retzius: 78 p. 73. — Würmer, Crustaceen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel (Golgi-Methode).

Tabelle II.
Zellen des Centralnervensystems.
A: *Gehirnzellen*.
Golgi-(Veratti-)Methode

Andere Fixierungs- u. Färbe-Methoden

Vertebraten:					
<i>Cyclostomen:</i>	Petromyzon Planeri				Holmgren: 43 p. 122 u. Fig. 8, 9 Ders.: 46 Taf., Fig. 33—35 Studnicka: 92 p. 398
<i>Pisces:</i>	Trutta salar				Fürst: 25 (26) p. 254 u. Fig. 1, 2
Teleostier:	Lophius piscatorius				Holmgren: 43 p. 121 u. Fig. 7 Ders.: 46 p. 32 u. Fig. 30 Studnicka: 93 p. 2
<i>Aves:</i>	Gallus domesticus				Holmgren: 42 p. 393 Ders.: 46 p. 28 u. Fig. 22
Gallinaeeen:	Larus				Holmgren: 42 p. 393
Natatores:	Strix flammea				
Raptatores:			Golgi: 29 p. 64, 65 u. Fig. 1		
<i>Mammalien:</i>	Equus caballus		Gemelli: 28		Holmgren: 46 p. 27
Ungulaten:	Lepus cuniculus		Soukhanoff: 90		Holmgren: 46 p. 23
Rodentien:	Mus rattus		Golgi: 34 p. 171 u. Fig. 2		
	Cavia cobaya				Holmgren: 46 p. 24
Carnivoren:	Canis familiaris		Veratti: 95 p. 191		Donaggio: 20 p. 194 u. Fig. 2a Holmgren: 46 p. 25
	Felis domestica		Golgi: 34 p. 165 u. Fig. 1 Veratti: 95 p. 191		Holmgren: 46 p. 25

B. Rückenmarkszellen.

Vertebraten:	Petromyzon marinus		Studnicka: 92 p. 400
Cyclostomen:			
Pisces:	Trutta salar.		Fürst: 25 p. 254
Aves:			
Gallinae:	Gallus domesticus	Golgi: 32 Taf., Fig. 8, 9 (Embryo)	Fragnito: 21 p. 75 u. Fig. 1, 2 (Embryo)
Natatores:	Larus		Holmgren: 42 p. 393 u. Fig. 12
Mammalien:			
Ungulaten:	Equus caballus		Holmgren: 46 p. 27
Rodentien:	Lepus cuniculus		Holmgren: 46 p. 23 Ders.: 47 Taf. XXV/XXVI Fig. 42
Carnivoren:	Cavia cobaya		Holmgren: 46 p. 24
	Canis familiaris		Donaggio: 20 p. 191 u. Fig. 1a Holmgren: 46 p. 25
	Felis domestica	Golgi: 32 Taf., Fig. 1—7	Holmgren: 46 p. 25
Anthropinen:	Homo		Smirnow: 87 Fig. 3, 4 (4 Monate alter Embryo)

Erfolglos: Ballowitz: 6 p. 178 (Medulla von Lophius piscatorius — Golgi-Methode).

Fürst: 25 p. 254 (Gehirn und Rückenmark von Lachsembryonen unter 90 Tagen).

Kopsch: 60 p. 931 (Centralnervenzellen von Lepus cuniculus. — Osmiumbehandlung).

Tabelle III.

Körperzellen.

Andere Fixierungs- u. Farbe-
Methoden Osmiumsäure-
Methode(Kopsch)

Zellenart Golgi-(Veratti-)Methode

Vertebraten: Amphibien: Urodelen:	Salamandra maculosa	Pankreas	Holmgren: 49 p. 487 u. Fig. 4 Ders.: 51 Taf. Fig. 6-9	
		Knorpel	Bagnion: 16 p. 187 (Larven) Heidenhain: 38 p. 536, 537 (Larven)	
	Rana (spec.?)	Leber	W. Fraser u. H. Fraser: 23 p. 240	
Mammalien: Ungulaten:	Bos taurus	Epithel d. Membrana Descemetii	Ballowitz: 6 p. 179 Totanka: 94 p. 70 u. Fig. 69	
	Lepus cuniculus	Riesenzellen des Knochenmarks	Retzius: 79 p. 92	
		Leber (injiziert)	Browicz: 14 p. 5 u. Fig. 18, 19, 20 Schaefer: 81 u. 82 Fig. 1	
Rodentien:		Ovarien	Holmgren: 48 p. 63	
		Speicheldrüsen		Kopsch 60 p. 931
	Mus musculus	Decidua	Holmgren: 49 p. 487 u. Fig. 4	
Insectivoren:		Nebenhoden	Fuchs: 24 p. 328 Holmgren: 53 p. 84 u. Fig. 1	
	Cavia cobaya	Rippenknorpel		
		Pankreas	Holmgren: 49 p. 487 u. Fig. 6	
	Erinaceus europaeus	Leber	Holmgren: 41 p. 488 u. Fig. 7 Ders.: 52 p. 10 u. Fig. 1	
		Nebennierenepithel	Holmgren: 52 p. 12 u. Fig. 2, 3	

Carnivoren:	Canis familiaris	Schilddrüse	Negri: 69 p. 179 u. bei: Koellicker: 57 p. 11 und Fig. 8	Browicz: 44 p. 5 u. Fig. 12—17
		Leber		
		Nebenhodenepithel	Negri: 69 p. 179 u. bei: Koellicker: 57 p. 11 und Fig. 4	
		Ovarien	Negri: 69 p. 179	Holmgren: 48 p. 68
	Felis domestica	Pancreas	Negri: 69 p. 179 u. bei: Koellicker: 57 p. 11 und Fig. 1, 2	Kolosow: 58 p. 226
		Membrana Descemetii		Ballowitz: 4 u. 5 u. Taf. XI (5)
		Parotis	Negri: 69 p. 179	Kolosow: 58 p. 226
		Knorpel	Pensa: 74 p. 186 Ders. 75 p. 205	
		Riesenzellen des Knochenmarks		Retzius: 79 p. 92
		Darm		Holmgren: 49 p. 439 u. Fig. 8 Ders.: 50 p. 479 u. Fig. 1, 2
		Ovarium		Holmgren: 48 p. 68, 66 u. Fig. 1—6
		Lippen-, Gaumen-, Zungen- und Magen- drüsen		Kolosow: 58 p. 226
		Leber		Schaefer: 81 p. 20

Zellenart		Golgi-(Veratti-) Methode	Andere Fixierungs- u. Färbemethoden	Osmiumsäure-Methode (Kopsch)
Anthropinen:	Homo		Browicz: 11 Fig. 1, 2, 6, 7—9, 15, 18 Ders.: 13 p. 131 Ders.: 14 p. 5 u. Tafel Fig. 1—11, 20—24	
		Darm	Holmgren: 50 p. 480 u. Fig. 3	
		Drüsen d. regio respiratoria	Schmincke: 84 p. 241 u. Taf. XIII Fig. 4—6	
Evertelbraten: Mollusken:	Umbrella	Speicheldrüsen	Saint-Hilaire: 80 p. 771	
	Helix pomatia	Leber	Holmgren: 53 p. 85 u. Fig. 2	

Erfolgreiche Anwendung der verschiedenen Methoden:

Holmgren: 49 p. 439. — *Felis domestica*: Oberflächenepithel des Darmes.

Kopsch: 60 p. 931. — *Lepus cuniculus*: Leber und Ovarium (Osmiumsäure-Methode).

Kolosow: 58 p. 236. — *Felis domestica*: Zellen d. Glandula parotis, Pankreas, Schilddrüse und andere Drüsenelemente.

Retzius: 79 p. 95. — *Felis domestica* und *Canis familiaris*: Riesenzellen des Knochenmarks (Golgi-Methode).

Aus dem anatomisch-histologischen Laboratorium der Universität St. Petersburg.
Vorstand Prof. Dr. A. S. Dogiel.

Langgestreckte Kerne im Samenblasenepithel des Grasfrosches.

Von

D. Tretjakoff.

(Mit Tafel XIII.)

Der Botaniker Klebs [1] hat als erster den Einfluss des Kernes auf die sekretorischen Prozesse der Zelle nachgewiesen. Seit der Zeit werden gewisse morphologische Veränderungen des Kernes als ein Ausdruck der unmittelbaren Anteilnahme des Kernes an der Sekretions-thätigkeit der Zelle angesehen. Die Veränderungen betreffen, wie bekannt, vor allem die Gestalt des Kernes; derselbe strebt seine Berührungsfläche mit dem Zellprotoplasma zu vergrössern. Er wächst entweder nach allen Richtungen aus oder streckt sich bloss in die Länge, wobei er sich nicht selten verästelt, wie z. B. in den Zellen der Spindrüsen von Insektenlarven (Merkel, Heidenhain, Herman, Hebold, Käuffel, Schiemenz, Schiefferdecker, Klein). Ausser dem Auswachsen des Kernes nahm Korschelt [2] auch einen Unterschied in der Grösse der Chromatinteilchen in Abhängigkeit von der Sekretion wahr. Er weist darauf hin, dass in den Nährzellen des Eierstocks von *Dytiscus* das Chromatin in grossen Schollen angeordnet ist, während dasselbe in den verästelten Kernen einer und derselben Zelle aus den Spindrüsen nicht selten in einer Verästelung in grossen Körnern zusammengeballt ist, während es in einer anderen das gewöhnliche Aussehen feiner Körnchen hat. In den Zellen der Ausführungsgänge derselben

Drüsen ist das Chromatin bisweilen in dermaassen geringer Menge vorhanden, dass die Kerne leer erscheinen.

Ähnliche, mit der sekretorischen Thätigkeit der Zelle zusammenhängende Strukturveränderungen des Kernes sind auch aus der botanischen Litteratur bekannt. Hierher gehören die Beobachtungen von Lily Huie [3] an den Drüsenzellen der Blätter von *Drosera rotundifolia*. Lily Huie fütterte die Pflanze mit Eiweiss und stellte Veränderungen in der Chromatinanordnung derjenigen Zellen, welche das verdauende Ferment absondern, fest.

Während der Sekretionsthätigkeit dieser Zellen nimmt die Masse des Chromatins in ihren Kernen zu, das Kernkörperchen (Plasmosoma) wird kleiner. Das dem Kern anliegende Protoplasma wird dem Kernsaft ähnlich. Das Chromatin ordnet sich zu acht einzelnen gebogenen Streifen, wie bei der Mitose, an.

Weitere Beobachtungen, welche zu denjenigen von Lily Huie in Parallele gestellt werden könnten, sind nicht bekannt. Dagegen giebt es eine ganze Reihe von Beobachtungen über die Vereinigung der einzelnen Chromatinteilchen in den Drüsenzellen zu grösseren Massen. In den secernierenden Zellen der Insekten ist eine derartige Vereinigung, wie bereits oben erwähnt, von Korschelt beschrieben worden. Was nun die Drüsen der Wirbeltiere anbelangt, so zeichnen fast sämtliche Forscher die Kerne der schleimabsondernden Zellen mit grossen Chromatinballen oder sogar häufig in Gestalt einer kompakten Chromatinmasse. In den serösen Drüsen und den Zellen der Halbmonde ist die Vereinigung des Chromatins zu grossen Ballen von Maximow [4] beschrieben worden. In den Halbmonden der *gl. submaxillaris* nehmen die Kerne während der Sekretion, wie Maximow berichtet, eine unregelmässige Gestalt an, infolgedessen die grossen Chromatinteile sich dichter aneinander lagern. Das Kernnetz erscheint daher dichter und dunkler. Die ersten Sekretkörner erscheinen in der Nähe des Kernes; nicht selten liegt sogar das Sekretkorn, wie z. B. in den serösen Zellen der *gl. retrolingualis*, in einer Ausbuchtung des Kernes. Unger beobachtete eine Vereinigung des Chromatins in massive und sich intensiv färbende Ballen in den Zellkernen der Milchdrüse.

Ausser den angeführten Arbeiten, in denen die Aufmerksamkeit

direkt auf das Chromatin der thätigen Drüsenzellen gerichtet war, giebt es noch eine grosse Zahl versprengter Angaben, welche jedoch nicht dermaassen wichtig und beweiskräftig sind, dass sie hier in extenso angegeben werden könnten. Sämtliche Angaben sprechen jedoch dafür, dass *das Auftreten von grossen, sich intensiv färbenden Chromatinballen in Zusammenhang mit der sekretorischen Thätigkeit der Zelle steht*. Die eigentümliche Erscheinung, welche ich in den Samenblasen des Frosches beobachtete und die ich hier zu beschreiben die Absicht habe, ergibt noch eine Bestätigung für diese Annahme.

Die Samenblasen des Grasfrosches sind, wie bereits Lerebouillet hingewiesen hat, von verästelten, schlauchförmigen Auswüchsen des ductus deferens gebildet, welcher selber am medialen Rande der Blasen verläuft. Das Lumen des ductus deferens und der seitlichen Auswüchse ist von einem einschichtigen Cyliinderepithel ausgekleidet. Die dasselbe zusammensetzenden Zellen sind zweierlei Art (Disselhorst, Gaupp [5]): die einen sind rund, hell, im Basalteil des Epithels angeordnet und reichen nicht an das Lumen heran. Zwischen diesen, über dieselben herübergebogen, lagern die eigentlichen Cylinderzellen. Ende März oder Anfang April beginnt die sekretorische Thätigkeit der Samenblase; dieselbe vergrössert sich, und im ductus deferens sammelt sich eine helle, von Steinach [6] wahrgenommene Flüssigkeit, in welcher bereits einzelne Spermatozoide oder Gruppen derselben angetroffen werden.

Die Sekretion erfolgt nach dem Typus der „Tropfensekretion“, wie sie zunächst von van Gechuchten [7] im Darne von *Ptychodera contaminata* beschrieben worden ist. Die Kuppen der Cylinderzellen der Samenblase wachsen über das Niveau der Kittleisten heraus, füllen sich mit einem hellen, homogenen Eiweisssekret an, erhalten darauf die Gestalt eines gestielten Bläschens, worauf sie sich abschnüren und in das Lumen gelangen. Diesen Prozess, welcher recht langsam verläuft, habe ich an einem Stück Samenblase in vivo in einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung beobachtet. Auf den Präparaten, welche am besten nach Sublimatfixierung gelingen, wird an den secernierenden Bläschen, *vésicules sarcoïdiques* der französischen Autoren, eine Membran und ein Inhalt von geringer Gerinnungs- und Färbungstendenz wahrgenommen. An der Peripherie des Bläschens

unter der Membran sind mit Hämatoxylin nach M. Heidenhain stark färbbare Körnchen gelagert.

Eine derartige, bisher noch strittige Sekretionsweise ist vielfach bei Wirbeltieren und zwar vorwiegend an drüsigen Organen des Harn- und Geschlechtssystems beschrieben worden. Für die Nieren haben auf dieselbe van der Stricht, Nicolas, Disse aufmerksam gemacht; im Nebenhoden haben sie Hammar, Disselhorst, Gurwitsch und Fuchs beobachtet; eine gleiche Sekretion beschrieben M. Heidenhain und Kolster an dem Epithel des Uterus im Beginn der Gravidität.

K. W. Zimmermann [8] berichtet ausserdem von der Thränendrüse des Menschen, dass das Sekret derselben in Gestalt einer Vorwölbung aus dem Zelleibe austritt und alsdann eine Wurstform annimmt. Die Vorwölbung zerfällt darauf in kleine, mit einem hellen, schwach gerinnendem Inhalt angefüllte Kugeln, welche eine zarte körnige Contour aufweisen, während im Inneren derselben Schollen von unregelmässiger Form zu erkennen sind. So viel ich nach der Beschreibung und den Abbildungen von Zimmermann beurteilen kann, so ähneln die von den Cylinderzellen der Samenblase des Frosches sich ablösenden, kleinen sekrethaltigen Kugeln durchaus denjenigen in der Thränendrüse.

In der Milchdrüse erfolgt nach Steinhaus die Sekretion in ungefähr derselben Weise. Der obere Teil der Zellen der Milchdrüse wächst aus, in ihm treten nach dem Verfahren von Altmann färbbare Granula, Fetttropfen auf, nicht selten gelangt hierher auch der von Fetttropfen angefüllte Zellkern. Eine Zellkuppe mit derartigem Inhalt schnürt sich alsdann vom übrigen Zellkörper ab und liegt frei im Drüsenlumen.

Die secernierenden Zellen im Epithel der Froschsamensemenblase vergrössern sich beträchtlich und zwar besonders stark im Längsdurchmesser (Fig. 1).

Die Kerne der Mehrzahl der Zellen haben zur Zeit der verstärkten Sekretionsthätigkeit der Samenblase das *Aussehen von Chromatinfäden*, die sich der Länge nach durch die Zellen erstrecken. Nicht selten schiebt sich das oberste Ende des Fadens in den untersten Abschnitt der mit hellem Sekret angefüllten Zellkuppe hinein. In der

Mehrzahl der Fälle ist dieses obere Ende des Kernes verdickt, während das untere sich verjüngt, so dass der Kern eine Keulenform hat. Der Chromatinfaden, aus welchem der Kern besteht, färbt sich gleich intensiv in seiner ganzen Ausdehnung und weist keine weitere Struktur auf. Eine Kernmembran fehlt, der Faden liegt frei in dem Zellprotoplasma, wie der Dotterkern, Nebenkern oder ein Pseudochromosom, kurz wie ein Mitochondriengebilde.

Leydig [9] und nach ihm van Bambecke [10] haben in einigen Zellen beobachtet, dass von dem Kern derselben ein Fortsatz abging, welcher von keiner Hülle bedeckt war und sich unmittelbar mit dem Protoplasma vereinigte. In letzter Zeit sind mit Hilfe der neuen Methoden bei den Wirbeltieren Kernformen wahrgenommen worden, welche durchaus den soeben beschriebenen Chromatinfäden in den Samenblasen des Frosches ähneln. Hierher gehören zunächst die von Hammar [11] beschriebenen Zellkerne der Synovialmembranen. In den oberflächlichen Zellen der Synovialhäute haben die Kerne Flaschenform: das dicke Ende derselben weist ein feines Kernnetz auf. Das schmale, gewöhnlich oberflächliche Ende des Kernes ist in einen homogenen, verschieden langen Faden ausgezogen und ragt nicht selten frei, ohne von Protoplasma bedeckt zu sein, aus dem Zellkörper heraus. Die Fäden des Kernnetzes im dicken Kernende schieben sich in der Richtung zum verengten Teil des Kernes zusammen und konfluieren in diesem in einen homogenen Chromatinfaden. „Das scheint mir“, schreibt Hammar [11], „ein Zeugnis davon zu sein, dass der Kern einem gewissen Grade von Dehnung in genannter Richtung ausgesetzt gewesen sei. Gewöhnlich ist auch die Richtung der langgestreckten Kerne eine und dieselbe in einem gewissen Gebiet, was auf die Einwirkung einer und derselben richtenden Kraft hindeutet.“ Ueber diese Kraft spricht Hammar sich folgendermaassen aus: „Ich denke dabei zuvörderst an den Druck und die Reibung bei den Gelenkbewegungen.“

G. Levi [12] hat ähnliche langgestreckte Kerne in den Follikelzellen des Eierstocks vom Frosch beschrieben. In dem durch Entzündungsprozesse veränderten Eierstock des Frosches erfolgt eine Degeneration der Eier; die Follikelzellen verlängern sich hierbei, und ihre Kerne verlängern und verschmälern sich. In den ersten Stadien der

Verlängerung der Kerne ist eine Kernmembran und eine feine Längstreifung des Kernes, die von der Anordnung der Chromatinteilchen abhängt, zu erkennen. Mit zunehmender Verschmälerung des Kernes wird die Streifung undeutlicher. Das anfänglich verbreiterte und eine normale Kernstruktur aufweisende obere Ende des Kernes verschmälert sich ebenso wie das untere Ende in einen Chromatinfaden. Ein derartiger, wellenförmig gebogener Kern entbehrt des umhüllenden Protoplasmas und ist direkt an die unter dem Follikel­epithel gelegene Grundmembran befestigt: „Die in Frage kommenden Fäden sehen ganz nackt aus; was aus dem spärlichen Cytoplasma der ursprünglichen Follikelzellen wird, ist mir unbekannt.“

In einem und demselben Präparat aus den Samenblasen des Frosches lassen sich sämtliche Uebergänge vom gewöhnlichen ovalen Kern mit regelmässigem Chromatinnetz bis zum kompakten Chromatinfaden erkennen. Die Zusammenstellung der Stadien kann natürlich eine willkürliche sein, doch ist die Aufeinanderfolge der Bilder dermaassen deutlich, dass es an der Hand derselben möglich ist, die Bildung dieser eigentümlichen Kernform zu verfolgen.

So lange sich in den Samenblasen keine sekretorischen Prozesse bemerkbar machen, haben die Kerne der Cylinderzellen eine ovale Form mit regelmässigen Contouren und sind mit einer Hülle versehen. Der Kernsaft färbt sich weder mit Hämatoxylin nach dem Verfahren von M. Heidenhain noch mit Eosin. Das mehr oder weniger regelmässige Kernnetz ist aus runden Chromatinkörnern zusammengesetzt. Die letztere verbindenden Achromatinfäden sind kaum wahrnehmbar. Stellenweise sind die Chromatinballen massiger. Die meisten Kerne haben ein oder mehrere Kernkörperchen (Plasmosoma). Mit dem Beginn der sekretorischen Thätigkeit verändern die Kerne ihr Aussehen. Sie vergrössern sich zunächst in allen Richtungen entsprechend der Vergrösserung der Zellen selber. Der Kernsaft derjenigen Zellen, welche bei den weiteren Prozessen ihre runden Formen beibehalten, färbt sich nicht selten diffus mit Eisenhämatoxylin; die Chromatinteilchen färben sich im Gegenteil verhältnismässig schwach, und nur stellenweise sind zwischen ihnen massigere und intensiv gefärbte Chromatinballen gelegen. Hierbei nehmen sämtliche Chromatinteile eine

längliche Form an und ordnen sich reihenweise hintereinander an; auf diese Weise entsteht die Längsstreifung der Kerne (Fig. 2, *B* u. *C*).

Die Kerne der Mehrzahl der Cylinderzellen verschmälern sich am unteren Ende und ziehen sich in der Richtung zur Zellbasis in einen mehr oder weniger langen, zugespitzten Fortsatz aus, welcher von keiner Kernmembran umgeben ist. Der Kernsaft des zugespitzten Kernteils färbt sich diffus mit Eisenhämatoxylin; die in Streifen angeordneten länglichen Chromatinteilchen vereinigen sich im zugespitzten Kernabschnitt und verschmelzen zu einem kompakten Chromatinfaden, welcher das ausgezogene untere Ende des Kernes darstellt. Im Beginn der Bildung des Fadens ragt hier und da ein grösseres Chromatinkorn in das Protoplasma vor, während in den späteren Stadien die Contouren des Fadens vollkommen glatt sind (Fig. 2 u. 3).

Der Kernsaft des oberen Abschnittes der sphärischen Kerne, welcher sich diffus mit Eisenhämatoxylin färbt, verliert schliesslich dieses Färbungsvermögen und wird von neuem hell. In den zugespitzten Kernen mit dem nach unten ausgezogenen Faden bleibt der Kernsaft des oberen Kernabschnittes die ganze Zeit über hell. Dieses ist jedoch nicht absolut der Fall, da zwischen diesen beiden äussersten Kerntypen eine grosse Anzahl von Kombinationen und Zwischenformen vorhanden ist. Das Chromatin der verlängerten Kerne erleidet eine besondere Umwandlung, als Resultat welcher ein Zusammenfliessen desselben erfolgt, wobei er einen verdickten Kopfteil des Fadens bildet. Die Kernmembran des oberen Kernabschnittes verschwindet, das Kernnetz lockert sich auf, die Zwischenräume zwischen den Chromatinteilchen vergrössern sich. Gleichzeitig tritt im Protoplasma über dem Kern ein heller Raum auf, welcher sich vergrössert und dabei immer geringere Färbungstendenz mit Protoplasmafarbstoffen dokumentiert. Das Kernkörperchen (Fig. 3, *B*) verschwindet zu dieser Zeit oder früher; die Chromatinteilchen verlieren immer mehr den Zusammenhang mit einander. Schliesslich gehen die Chromatinteilchen auseinander (Fig. 3, *C*, *D* u. *E*) und der Kernsaft geht unmittelbar in den hellen Protoplasmaraum über, wobei sich kein Unterschied in der Struktur und Färbung des Kernsaftes und des hellen Protoplasmarumes bemerkbar macht. Sie beide stellen ein längliches helles Feld an dem Ende des in einen Faden

ausgezogenen Kernes dar, welches im unteren Abschnitt von den aneinandergerückten und freiliegenden Chromatinteilchen umgeben ist. Einige der letzteren färben sich verhältnismässig schwach mit Eisen-hämatoxylin. An der Peripherie des hellen Feldes werden Körnchen angetroffen, die sich kaum von den Protoplasmakörnchen unterscheiden, jedoch eine dunklere graue Färbung aufweisen. Es ist anzunehmen, dass wenigstens ein Teil der Chromatinkörnchen und zwar die am entferntesten vom Faden gelegenen ihre Struktur verlieren und im Protoplasma resorbiert werden. Die nachgebliebenen Chromatinteilchen sammeln sich am oberen Ende des Fadens, fliessen mit demselben zusammen und bilden die sich intensiv färbende Kopfverdickung (Fig. 4).

In einigen Kernen erfolgt die Bildung der einheitlichen Chromatinmasse auf eine andere Weise; und zwar in denjenigen Kernen, welche ein zugespitztes unteres Ende aufweisen, jedoch nicht so stark in die Länge ausgezogen sind. Die Chromatinteilchen bilden einen kompakten unteren Fortsatz, an dem oberen Ende des Kernes konfluieren sie jedoch zu einem ansehnlichen Chromatinballen, welcher mit dem übrigen Chromatinnetz in Zusammenhang bleibt. Ueber dem Kern tritt desgleichen ein heller Raum auf, die Chromatinteilchen gehen jedoch nicht aneinander, sondern vereinigen sich miteinander; während der Kernsaft an Menge abnimmt und schliesslich vollkommen schwindet, vereinigt sich das Chromatin des Kernes zu einer kompakten kegelförmigen Masse, über welcher der helle Fleck im Protoplasma gelagert ist (Fig. 3).

In denjenigen Kernen, welche die sphärische Form beibehalten, rücken die Chromatinteilchen voneinander, während der Kernsaft sich mit dem hellen Raum im Protoplasma vereinigt. Darauf vereinigen sich die Chromatinteilchen wiederum miteinander; die ununterbrochene Kerncontour wird wieder hergestellt.

Die ganze Zeit über, so lange sich der Kern in den Chromatinfaden umwandelt, hört die Zelle nicht auf, mit Sekret angefüllte Kügelchen abzusondern, welche sich ablösen und in mehreren Schichten über den Zellkuppen liegen. Es ist hierbei auf die Beobachtungen von Meves [13] über die Sekretion in den Harnkanälchen der Salamanderlarve hinzuweisen, wo der Sekretionsprozess

während der ersten Stadien der Mitose bis zum Mutterstern nicht sistiert.

Da die Protoplasmamenge abnimmt, so liegt die Vermutung nahe, dass das Sekret auf Kosten des Protoplasmas gebildet wird. Der Zwischenraum zwischen der Bildungsstätte des Sekrets und dem hellen Raum im Protoplasma nimmt allmählich ab, so dass beide schliesslich ganz nahe bei einander liegen. Der Inhalt des hellen Raumes gelangt direkt in die mit Sekret angefüllten Kugeln (Fig. 3). Bei denjenigen Zellen, deren Kerne näher zum Lumen des Samenblasenschlauches gelagert sind, ist das obere Ende des Kernes vom Protoplasma nicht umgeben und liegt frei zwischen den Kugeln, hierbei schwindet jedoch nicht die Lebensthätigkeit des Kernes, an seinem verdickten Ende hängt eine Sekretkugel (Fig. 6). Nicht selten weist das Ende eines derartigen Kernes an derjenigen Fläche, welche in die Sekretkugel hineinragt, eine unregelmässige Contour auf. Seitlich hängen einer derartigen Zellkuppe bisweilen Chromatinteilchen an, welche sich mit derselben nicht vereinigt haben.

Die Längsstreifung der in die Länge gezogenen Kerne ist ausser von Hammar [11] und Levy [12] auch von Korschelt [2] an den verästelten Kernen der Spinnndrüsen von Insekten beobachtet worden. Ueber die Bedeutung dieser Streifung hat bisher noch niemand eine bestimmte Ansicht geäussert.

Die Annahme Hammars [11], dass die Streifung durch äussere mechanische Einflüsse bedingt ist, kann wohl kaum als richtig gelten. Korschelt [2] und Levi [12] berichten in Bezug auf ihre Objekte von keinerlei mechanischen Einflüssen, das gleiche gilt auch für die von mir untersuchten Samenblasen des Frosches. Meiner Meinung nach ist die Streifung des Kernes eher als ein Ausdruck der inneren Wachstumsprozesse des Kernes anzusehen. Eine Streifung wird nicht selten am Protoplasma von Zellen beobachtet, in welchen eine Zunahme der lebendigen Substanz vor sich geht. Eines der bekanntesten Beispiele sind die von den Gebrüdern Hertwig beschriebenen Eier von *Sagartia parasitica*. Hierher gehört auch die Streifung des Protoplasmas in verschiedenen secernierenden Zellen.

Zu dem Erwähnten muss noch hinzugefügt werden, dass der Kopf des Chromatinfadens bisweilen die Struktur eines normalen

Kernes annimmt (Fig. 1 u. 7 A). Diejenigen Kerne, welche näher zum Lumen gelegen sind, werden von den lebensfähigeren Zellen aus der Schicht der Cylinderzellen ausgestossen. Sind derartige Kerne noch von geringen Protoplasmaresten umgeben und ist der Zusammenhang dieser degenerierenden Zelle mit dem übrigen Epithel noch nicht vollkommen zerstört, so entwickelt sich aus dem Kopf des Kerns ein typisches Kernnetz mit Kernsaft in den Maschen. Nur der dünne, noch einige Zeit wahrnehmbare Faden am unteren Ende des Kerns weist auf dessen Herkunft aus einem homogenen Chromatinfaden hin. Später wird der Faden sowie der ganze Kern auf karyolytischem Wege zerstört (Fig. 7 B).

Das unmittelbare Zusammenfließen des Kerninhalts mit dem Protoplasma, bedingt durch die Vernichtung der Kernmembran, wird von sämtlichen Autoren als ein hauptsächlichster Beweis für die Abhängigkeit zwischen der Kernthätigkeit und der Zellthätigkeit angesehen. Bereits vor den oben angeführten Beobachtungen Leydigs haben Ayers [14] und Stuhlmann [15] ähnliche Erscheinungen in den unreifen Eiern von Insekten beschrieben. Korschelt [2] beobachtete dasselbe in den verästelten Kernen der Spinndrüsen von Insekten. Die Zerstörung der Kernmembran in den Epithelzellen von *Oniscus* und *Armadillium* ist ausführlich von Conklin [16] beschrieben worden: „In several cases which I have observed the nuclear membran is altogether wanting on this side of the nucleus, and such cases it can be readily seen that the cyto-reticulum is continued into the nucleus, while the chromatin granules, which are densest toward the middle of the nucleus, become directly continuous with the large microsomes of cytoplasmic net.“

Das Verschwinden der Kernmembran während der sekretorischen Thätigkeit ist desgleichen bei den Mollusken beschrieben worden. Barfurth [17] wies dasselbe in den Leberzellen nach. In letzterer Zeit fand Arthur Lange [18] eine unmittelbare Vereinigung des Kernes mit dem Zellprotoplasma in den Speicheldrüsen der Gastropoden und kommt zum folgenden Schlusse: „Der Kern nimmt innigen Anteil an der sekretorischen Thätigkeit, indem im Anfang seine Membran sich auflöst und sein Inhalt sich mit dem Protoplasma vermischt, so dass der erste sekretorische Vorgang sich am Kern bemerkbar macht.“ In

den Samenblasen des Frosches beginnt der Sekretionsprozess nicht im Kern. Die Zellen sondern bereits an den Kuppen mit Sekret angefüllte Kügelchen aus, zu einer Zeit, wenn der Kern die ersten Formveränderungen erkennen lässt. Dieser Umstand lässt voraussetzen, dass der Zusammenhang der morphologischen Veränderungen des Kernes mit der sekretorischen Thätigkeit der Zelle komplizierter ist, als es diejenigen Autoren annehmen, welche den Kern für den Entstehungsort des Sekrets halten.

Der helle Raum im Protoplasma ist in den Samenblasen des Frosches nur über der Kernkuppe vorhanden. Die Analogie desselben mit der hellen Zone um den Kern, wie sie von Leydig [9], Brass [19] u. a. beschrieben wurde, ist jedoch kaum zu leugnen. Brass und Korschelt [2] halten diesen Raum für den Vermittler des Stoffumsatzes zwischen Kern und Zellprotoplasma. Auf jeden Fall glaube ich, dass derselbe das Anzeichen eines thätigen Zustandes des Chromatins darstellt. In denjenigen Präparaten, auf welchen die langausgezogenen Kerne und die hellen Räume über ihnen sichtbar sind, werden gewöhnlich zahlreiche Mitosen angetroffen. Die Zellen mit mitotischen Figuren sind rund, das körnige Protoplasma ist zur Peripherie der Zelle gedrängt, während der centrale Teil, in welchem die Chromosomen und die Spindel mit den Polkörperchen gelagert ist, dem Aussehen nach, da er sich mit Eosin nicht färbt, durchaus dem hellen Raum über der Kuppe der fadenförmigen Kerne gleicht.

Wenn man den Process der Längsstreckung des Kernes in einen Faden in seinen Grundzügen mit den Anfangsstadien der Mitose zusammenstellt, so ergibt sich eine grosse Aehnlichkeit beider Processe. Diese Aehnlichkeit spricht ohne Zweifel zu Gunsten der gleichzeitig von Lily Huxie [3] und Schottländer [20] ausgesprochenen Ansicht, dass die Erscheinungen der Mitose keine isolierte Stellung gegenüber sämtlichen übrigen Erscheinungen der Lebensthätigkeit der Zelle einnehmen. Sämtliche Veränderungen des Chromatins sind nach Schottländer der Ausdruck einer und derselben Thätigkeit, während die Erscheinungen der Mitose nur eine besondere Gruppe der sogenannten chromatokinetischen Processe, d. h. diejenige, welche mit Lageveränderungen verknüpft sind, darstellen. Das Auswachsen des

Chromatinfadens, das Auseinanderrücken der Chromatinteilchen an dem abgerundeten Kernende, die Vereinigung derselben zum Fadenkopf, sind Erscheinungen, welche nach Schottländer als chromatokinetische bezeichnet werden müssen, während sie bei rein sekretorischen Processen vor sich gehen. Es muss ausserdem in dem gegebenen Falle noch auf eine gewisse Aehnlichkeit mit den Erscheinungen der Karyorrhesis (Krebs, Allgemeine Pathologie) hingewiesen werden. Die letztere erinnert jedoch in ihren Anfangsstadien an die ersten Stadien der Mitose und hängt nach Schmaus und Albrecht [21] von den beständigen und allgemeinen Eigenschaften der Chromatinsubstanz ab.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. A. S. Dogiel für sein freundliches Interesse an meinen Arbeiten, ständigen Rat und Unterstützung zu danken.



Litteratur.

1. Klebs, G., Ueber den Einfluss des Kerns in der Zelle. Biol. Centralbl. 7. Bd. 1887.
2. Korschelt, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns. Zoolog. Jahrb. Bd. 4. 1889.
3. Lily Huie, Changes in cell organs of *Drosera rotundifolia*. Quarterly Journ. of mics. sciences V. 1897.
4. Maximow, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Speicheldrüsen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 58. 1901.
5. Gaupp, Anatomie des Frosches. Dritte Abt. 1. Hälfte. 1901.
6. Steinach, Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 56. 1894.
7. van Gehuchten, Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de la *Ptychophera contaminata*. La Cellule T. VI. 1890.
8. K. W. Zimmermann, Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 52. 1898.
9. Leydig, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. Bonn 1883.
10. van Bambecke, Contributions à l'histoire de la constitution de l'oeuf. Arch. d. Biologie. T. 4. 1888.
11. Hammar, Ueber den feineren Bau der Gelenke. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 48. 1894.
12. G. Levi, Ueber die spontanen und unter dem Einflusse einer Entzündung erregenden Agens im Amphibienei stattfindenden Veränderungen. Arch. f. mikr. Anatomie. 1900. Bd. 55.
13. Meves, Ueber den Einfluss der Zellteilung auf den Sekretionsvorgang nach Beobachtungen an der Niere der Salamanderlarve. Festschrift f. Kupffer.
14. Ayers, H., On the development of *Oecanthus niveus* and its parasite, *Telesus*. Mem. Boston Society of Nat. history Vol. 3. 1884.
15. Stuhlmann, Die Reifung des Arthropodeneies. Bericht d. Naturforsch. Gesellschaft. Freiburg i. Br. Bd. 1. 1886.
16. Conklin, E. S., The relation of nuclei and Cytoplasm in the intestinal cells of land Isopods. Contribut. of the Zool. Laborat. of University of Pennsylvania. Nr. 6. 1897.
17. Barfurth, Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. 22 u. 25.
18. Lange, Arthur, Ueber den Bau und die Funktion der Speicheldrüsen bei den Gastropoden. Anatomische Hefte. Bd. XIX. Heft 1.
19. Brass, Biologische Studien. Die Organisation der tierischen Zelle. Halle 1883.
20. Schottländer, Ueber Eierstocktuberkulosen. Jena 1897.
21. Schmaus und Albrecht, Ueber Karyorrhesis. Virchow's Archiv. Supplem. z. Bd. 138. 1895.

Figurenerklärung.

Sämtliche Figuren sind vermittelt des Zeichenapparates von Leitz angefertigt von Präparaten der Samenblase des Grasfrosches, welche in einem Gemisch von Sublimat in physiologischer Kochsalzlösung mit Essigsäure fixiert worden sind. Die Paraffinschnitte von 3 μ Dicke sind mit Eisenhämatoxylin nach M. Heidenhain gefärbt worden.

Fig. 1. *A* und *B*. Allgemeinansicht des secernierenden Epithels in dem Teil des vas deferens, welcher durch die Samenblase hindurchtritt. *A*. *a* = Bindegewebe, *b* = verlängerte Kerne, *c* und *d* = degenerierende Kerne, *e* = Sekretbläschen. *B*. *f* = Kerne, deren Inhalt mit dem Protoplasma zusammenfließt. Leitz, Obj. 6.

Fig. 2. *A*, *B* und *C*. *A* Beginn der Verlängerung des Kerns und das Auftreten des hellen Raumes über dem oberen Ende des Kerns. *B* und *C* weitere Stadien der Kernverlängerung: die Chromatinteilchen ordnen sich in Längsreihen an, am oberen Kernende fließen sie in einen grossen Chromatinballen zusammen. Leitz, Oel-Immers. $\frac{1}{12}$ Tubuslänge 160 mm.

Fig. 3. *A*, *B*, *C*, *D* und *E*. Verschiedene Form sich verlängernder Kerne, die ihre Membran verloren haben. *A*. Drei Kerne auf der linken Seite der Zeichnung stellen aufeinander folgende Bilder des Zusammenfließens des Kerninhalts mit dem Zellprotoplasma dar. Auf der rechten Seite der Zeichnung ist das obere Ende eines Kernes verjüngt, die Vereinigung des Kerninhalts mit dem Protoplasma erfolgt am unteren Ende. Die zwei runden Kerne im unteren Teil des Präparats gehören sogenannten Basalzellen an. Die übrigen Zellen sind schräg zur Längsaxe abgeschnitten, infolgedessen auf der rechten Seite des Präparats drei abgeschnittene Stücke verlängerter Kerne sichtbar sind; die zwei runden Kerne im oberen Teil der Zeichnung stellen fast reine Querschnitte der oberen Abschnitte von verlängerten Kernen dar. *B*. Im linken Kern ist noch das Kernkörperchen erhalten, obgleich die Chromatinkörnchen im oberen Kernende bereits auseinandergerückt sind und der Kerninhalt sich unmittelbar mit dem Protoplasma vereinigt. *C*, *D* und *E* verschiedene Stadien und Beispiele des Auseinanderrückens der Chromatinkörnchen im oberen Kernende. Leitz, Oel-Immers. $\frac{1}{12}$ Tubuslänge 160 mm.

Fig. 4. *A*, *B*, *C* und *D*. Formveränderungen des oberen Endes verlängerter Kerne. Leitz, Oel-Immers. $\frac{1}{12}$ Tubuslänge 160 mm.

Fig. 5. *A*, *B*, *C*. Verschiedene Formen langgestreckter Kerne. Leitz, Oel-Immers. $\frac{1}{12}$ Tubuslänge 160 mm.

Fig. 6. *A*, *B* und *C*. *A*. Ein aus dem Epithel herausgedrängter Kern, umgeben von Protoplasmaesten. *B* und *C*. Obere Ende von Kernen, welche fast vollständig frei von Protoplasma sind, während ihnen noch Sekretbläschen anhaften. Leitz, Oel-Immers. $\frac{1}{12}$ Tubuslänge 160 mm.

Fig. 7. *A*. Ein aus dem Epithel herausgedrängter, frei im Lumen des vas deferens zwischen Sekretbläschen liegender, zerfallender, langgestreckter Kern. Das untere Ende desselben ist in einzelne, durch einen erhaltenen Protoplasma-streifen mit einander verbundene Stückchen zerfallen; das obere Ende nimmt die Struktur eines normalen Kernes an. *B* ein zerfallender langgestreckter Kern. Leitz, Oel-Immers. $\frac{1}{12}$ Tubuslänge 160 mm.

Fig. 3, 4, 5, 6 stellen Zellen aus den seitlichen Auswüchsen des vas deferens, Fig. 1, 2 und 7 Zellen des vas deferens selber dar.

Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen.

Von

Bernhard Rawitz.

(Mit 4 Textfiguren.)

II. Ueber die Zunge von *Delphinus delphis* L.

Mir standen zwei Bruchstücke der Zunge zur Verfügung¹⁾: ein kleiner Teil des linken Seitenrandes (Fig. 1) sowie die Mitte des Hintergrundes, und zwar die Stelle, an welcher bei anderen Säugern die Geschmackspapillen zu treffen sind (Fig. 2).

Ueber die erstere Partie ist nicht viel auszusagen. Die Zacken, deren freier Rand zuweilen zweigespalten ist, sind indifferente epitheliale Gebilde, die sich in die Zwischenräume zwischen den Zähnen einlegen. Die Beschaffenheit des Epithels gleicht in allen Punkten derjenigen am Zungenhintergrunde, so dass eine besondere Beschreibung erübrigt.

An der zweiten Partie sollte man die Geschmackspapillen treffen, doch fehlen, wie bekannt, den Cetaceen Geschmacksorgane. Dafür sieht man bei *Delphinus delphis* — bei *Phocaena communis* nicht — grubenförmige Vertiefungen der Zungenoberfläche, deren Existenz meines Wissens nicht bekannt ist. Zwei grosse Gruben (Fig. 2, *g*), die jederseits der Medianlinie und in ihrer Nähe gelegen sind, fallen als schräg gestellte spaltförmige Oeffnungen auf. Seitlich von ihnen sind links 4 (Fig. 2, *g*₁), rechts 3 (Fig. 2, *g*₂) kleinere Gruben vorhanden, deren Oeffnung auf der Zungenoberfläche bald kreisförmig ist, bald einem unregelmässigen Schlitz gleicht. Die Anordnung der Gruben

¹⁾ Die Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden im physiologischen Institut der Berliner tierärztlichen Hochschule angestellt.

ist, wie Fig. 2 lehrt, genau so wie die der Papillae circumvallatae, und man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man diese Gruben als einen Ersatz jener Sinnesorgane ansieht. Es lag daher nahe, zu unter-



Fig. 1.

Zungenrand. Natürliche Grösse. *h* = hinten; *v* = vorn.

suchen, ob vielleicht im Innern der Gruben Bildungen vorhanden seien, die ähnlich wie die Papillen auf der Zunge anderer Säuger gebaut wären, zumal, wie wenigstens die Zunge von *Phocaena communis* lehrt, papilläre Organe auf der Odontocetenzunge ganz fehlen. Es hat sich aber gezeigt, dass dies nicht so ist; auch in der Grube fehlt jede An-

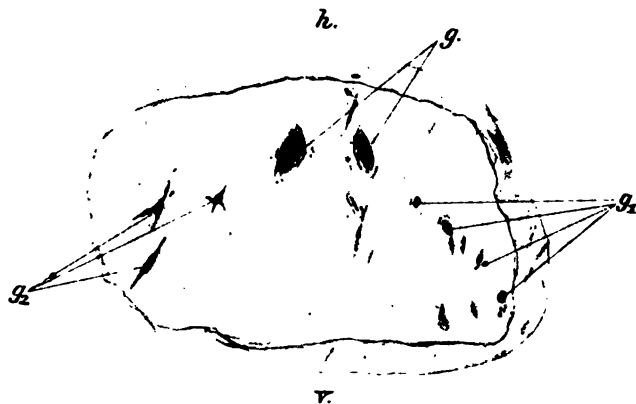


Fig. 2.

Zungenhintergrund. Natürliche Grösse. *h* = hinten; *v* = vorn; *g* = grosse, *g*₁ und *g*₂ = kleine Gruben.

deutung eines Geschmacksorganes, oder es fehlt wenigstens, wie ich mich mit Rücksicht auf den grossen Nervenreichtum dieser Gegend vorsichtiger ausdrücken will, jede Andeutung von Schmeckbechern. Immerhin aber hat die mikroskopische Analyse so manches interessante Detail ergeben, dass eine eingehendere Beschreibung am Platze erscheint.

Das *Epithel der Zungenoberfläche* ist ein geschichtetes Pflaster-



Fig. 3.

Drüsen und Ausführungsgang. Vergr. 25 : 1. *gr* = Grube; *e* = Zungenepithel; *dr*₁ = Mucindrüsen; *dr*₂ = Eiweissdrüsen; *a* = Ausführungsgang; *n* = Nerv mit Ganglienzellen; *g* = Blutgefäss.

epithel von grosser Mächtigkeit (Fig. 3 und 4, *e*). Es zeigt gegen die Zungensubstanz hin, ganz wie bei der Haut, eine Zapfenbildung von solcher Ausdehnung, dass die Zapfen schon mit der Lupe wahr-

genommen werden können. Manchmal sind die Zapfen schmal, manchmal breit; zuweilen sind die Zwischenräume zwischen ihnen eng, meistens sind sie breit, und man sieht dann, dass das subepitheliale Bindegewebe sehr weit gegen die Oberfläche vordringt, stellenweise fast bis zur verhornten Schicht des Epithels.

Die basalste Schicht des Epithels wird von einer Reihe vollsaftiger, nahezu cylindrischer Zellen gebildet. Wo man mehrere Reihen im Bilde trifft, da handelt es sich stets um Schrägschnitte der Zapfenden. Die Kerne dieser Zellschicht sind oval und mit ihrer Längsachse aufgerichtet, d. h. gegen die Oberfläche hin orientiert. In dieser Schicht — und dies gilt nicht bloss für den Zungenrücken, sondern auch für die Zacken des Seitenrandes — trifft man so zahlreiche Mitosen an, wie ich sie weder in der Haut der Cetaceen noch in den geschichteten Pflasterepithelien anderer Säuger jemals gesehen habe. (In Fig. 3 und 4 ist versucht worden, diese Mitosen durch die dunklere Zeichnung der betreffenden Kerne wiederzugeben.) Diese Thatsache ist von Interesse, denn sie zeigt, dass auf der Zunge von *Delphinus delphis* eine sehr lebhafte Abstossung der verhornten Schichten stattfindet.

In den auf diese Keimschicht folgenden nächsthöheren Schichten ist die Gestalt der Zellen oval, ihre Zahl ist sehr beträchtlich und ihre Grösse von der der basalen Schicht nicht abweichend. In den mehr mittleren Partien der Epitheldecke dagegen stehen die Kerne viel weiter auseinander als in den tieferen, so dass man annehmen muss, dass der Umfang der Zellen, deren gegenseitige Konturen nicht zu erkennen sind, gegen die Oberfläche hin ein beträchtlicherer wird: die Zellen wachsen in die Breite und in die Länge.

In den oberflächlichsten 10 Zellreihen beginnt die Verhornung. Die Kerne werden kleiner, schrumpfen also und ihre längste Achse ist jetzt zu der Richtung der tiefen Schicht senkrecht gestellt, d. h. parallel zur Oberfläche orientiert. Schliesslich schwindet jede Struktur in den geschrumpften Kernen. Die Zellen, die sich in den tieferen Schichten bei Anwendung der üblichen Farbstoffe nur sehr schwach tingiert haben, nehmen jetzt den Farbstoff in viel reichlicherem Maasse auf, und die äussersten verhornten Lagen zeigen eine überaus intensive

Färbung (Fig. 3 und 4). Man findet in diesen verhornten Schichten meistens noch die Kerne, die sich durch ihre kontrastierende Tinktion bemerkbar machen. Es wiederholt sich hier also dieselbe Erscheinung, wie ich sie von der Haut der Cetaceen beschrieben habe¹⁾, und es scheint demnach eine allgemein gültige Thatsache zu sein, dass bei Tieren, die dauernd im Wasser leben, die Verhornung nicht bis zum völligen Schwunde des Zellkerns führt.

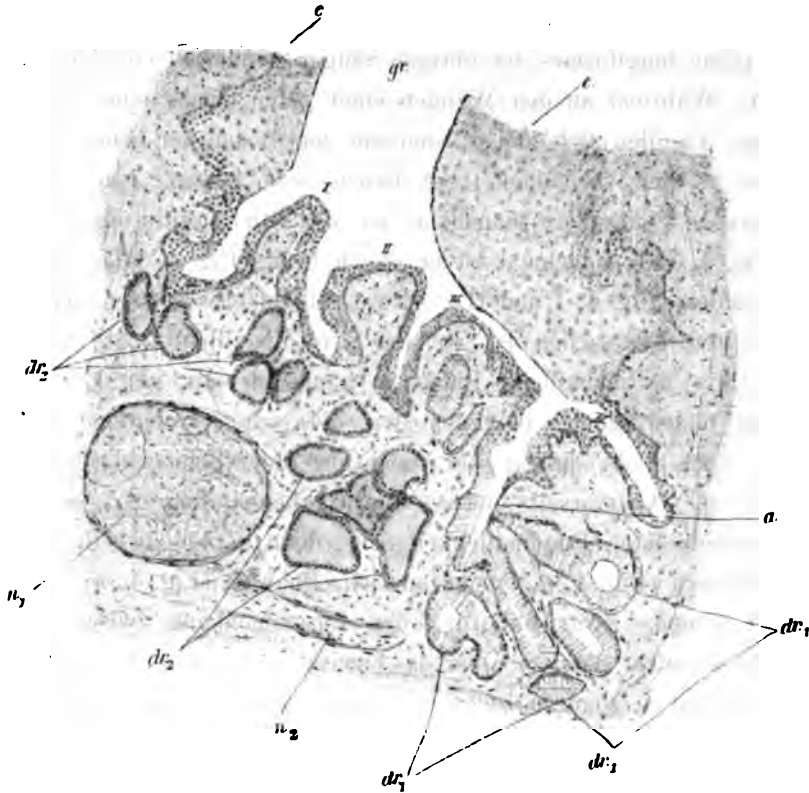


Fig. 4.

Boden der grossen Grube. Vergr. 25 : 1. *gr* = Grubeneingang; *c* = Zungenepithel I, II, III, IV = Papillen des Grubengrundes; *dr*₁ = Mucindrüsen; *dr*₂ = Eiweissdrüsen; *a* = Ausführungsgang; *n*₁ = Ganglienzellanhäufung; *n*₂ = Nerv.

Eine ganz eigenartige Veränderung erfährt das Epithel an und in den *Gruben der Zunge*. Am Uebergange zu den Gruben verliert sich die epidermisartige Beschaffenheit des Epithels, insofern dasselbe

¹⁾ Rawitz, Ueber den Bau der Cetaceenhaut. Archiv f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 54. 1899.

keine Verhornung mehr erkennen lässt. Als feine Linie hört die Hornschicht auf, und an der Wand wie auf dem Boden der Gruben findet sich ein geschichtetes Pflasterepithel von geringer Mächtigkeit, dessen basalste Zellschicht keine Mitosen zeigt. Habe ich in meinen Präparaten nicht zufällig einen Moment der Ruhe in diesen Regionen fixiert, so hätten wir hier den überaus seltenen Fall eines konstanten, d. h. sich nicht abschilfernden geschichteten Epithels.

Der Boden der Gruben ist höckerig, denn auf ihm stehen mehrere an die Papillae fungiformes der übrigen Säuger erinnernde Gebilde (Fig. 4, I—IV). Während an den Wänden einer jeden Grube eine oder zwei derartige Papillen sich finden, sind auf dem Boden der beiden grossen Gruben je vier vorhanden. Sie haben, wie gesagt, einen typisch fungiformen Charakter; manchmal ist der Stiel breiter als der Pilzhut (Fig. 4, IV), manchmal ist er gleich breit (Fig. 4, III), meist ist er schmaler (Fig. 4, I und II). Etwas Besonderes ausser den oben mitgeteilten Thatsachen ist an den Grubenpapillen nicht zu sehen. Ueber ihre mutmaassliche Funktion kann ich mir gar keine Vorstellung bilden, zumal in ihnen, wie dies schon einleitend bemerkt wurde, auch nicht einmal die Andeutung eines Schmeckbechers vorhanden ist. Andererseits müssen die Grubenpapillen der Sitz einer sehr ausgebildeten Empfindlichkeit sein, denn gerade hier finden sich Nervenfasern (Fig. 4, n_2) und Ganglienzellhaufen (Fig. 4, n_1) in sehr grosser Menge. Zwar habe ich den Zusammenhang zwischen Nerv und Papille nicht gesehen; aber das beweist nichts gegen einen solchen Zusammenhang, sondern zeigt nur, dass die von mir verwandten histologischen Methoden für die Entscheidung derartiger Fragen nicht ausreichen.

Einer der merkwürdigsten und interessantesten Bestandteile des Zungenrückens von *Delphinus delphis* sind die *Drüsen*, welche um die Gruben herum in sehr beträchtlicher Entwicklung sich finden (Fig. 3 und 4, dr_1 und dr_2). Sie sind ihrem Bau nach im Sinne der Flemming'schen Terminologie als zusammengesetzt tubulöse, lobuläre Drüsen zu bezeichnen, während sie ihrer Reaktion oder ihrer Sekretion nach gemischte Drüsen sind. Eiweiss- und Mucindrüsenformen kommen neben einander und gemischt vor. Die letzteren (Fig. 3 und 4, dr_1)

zeigen deutliche Randzellen und sind durch ihre helle Farbe charakterisiert, erstere (Fig. 3 und 4, *dr*₂) haben das typische, dicht granuliertes Aussehen der Eiweissdrüsen. In der Umgebung der Drüsenpakete liegen zahlreiche Ganglienzellkomplexe und Nervenfaserbündel. Wahrscheinlich handelt es sich hier um die Homologa der Ebner'schen Zungendrüsen, die unter den Papillae circumvallatae vorkommen, nur dass die Drüsen der Delphinzunge nicht rein serös sind, sondern gemischte Funktion haben.

Dass aber überhaupt Drüsen am Eingang zum Verdauungstrakt bei einem Repräsentanten der Cetaceen vorkommen, ist von höchstem Interesse. Denn diesen Tieren fehlen die grossen Speicheldrüsen vollkommen, ihnen sollten auch alle ähnlichen Gebilde, die ihr Sekret in die Mundhöhle entleeren, abgehen. Hier nun zeigt sich, dass dies nicht der Fall, dass ein Rest der Speichelsekretion dennoch erhalten geblieben ist.

Die Drüsen münden ausschliesslich in den Gruben, teils in der Nähe der Wand (Fig. 3, *a*), teils zwischen den Papillen des Grubengrundes (Fig. 4, *a*), niemals aber durch die Papillen hindurch. Die Ausführungsgänge haben in ihrem äusseren Abschnitte das Epithel der Grube, das allmählich von einem mehrschichtigen und platten zu einem mehr- oder einschichtigen (Fig. 3, *a*) und hochcyllindrischen wird. Letzteres geht dann kontinuierlich in das sezernierende Epithel über (Fig. 3 und 4, *a*). Es scheint, dass Eiweiss- und Mucindrüsen vereint münden.

Berlin, Juli 1903.

(Istituto d'Anat. umana; Direttore G. Sperino, Università di Modena.)

**Embrione umano giovanissimo con totale arresto di
sviluppo dell'asse cerebro-spinale.**

*(VI^a contribuzione alla conoscenza dello sviluppo normale ed anormale
dell'embrione umano.)*

Per

P. Bertacchini,

I^o Assistente. P. Docente d'Istologia.

(Con Tav. XIV.)

Ricevetti l'aborto che è argomento della presente nota il giorno 21. Maggio 1900 dall'egregio Collega Dr. Maurizio Focacci, assieme con me assistente all'Istituto anatomico. Al Dr. Focacci l'aborto fu inviato, già conservato in alcool, per pacco postale, nè Egli poté mai avere dalla persona che Gli fece l'invio alcun dato anamnestico. Anche a me è quindi giuocoforza passar sopra a questi dati che avrebbero potuto presentare qualche interesse, e venire subito alla descrizione del pezzo anatomico. Questo si presenta di forma discoidale. Essendo stato aperto con un'incisione ben netta il sacco corio-deciduale, si osserva il sacco amniotico perfettamente intatto. Il sacco corio-deciduale si presenta, in seguito all'apertura praticatavi e per la retrazione degli orli di questa, sotto la forma di un disco circolare del D. di cm 3,6 (v. fig. 1). Facendo accostare però le labbra dell'incisione si ricostruisce un ovoide lungo cm 3,5, largo cm 1,8. Come si è già detto, attraverso all'apertura del sacco corio-deciduale si vede il sacco amniotico, di forma apparentemente ovoidale e delle dimensioni, per

quanto se ne vede, di cm $1,6 \times 1,4$; esso è trasparentissimo e la sua superficie esterna è separata dalla superficie interna del sacco coriale da un intervallo abbastanza ampio, occupato da un lassistimo reticolato filamentoso (*Magma reticularis* di Giacomini). Solo in un'area limitata l'unione fra sacco amniotico e corion è intima ed io suppongo che questa regione corrisponda a quella della sutura amnio-coriale. Sulla superficie esterna del sacco amniotico che resta attraverso all'apertura del sacco corio-deciduale rivolta verso l'osservatore, si vede un sacco ovoidale, biancastro, opaco, che misura mm 7×6 ; il sacco vitellino. Esso è ripieno di una sostanza biancastra, coagulata. Il punto del sacco amniotico su cui risiede il sacco vitellino è circa opposto a quello della sutura amnio-coriale, come in parte dimostra anche la fig. 1. Per essere precisi si può aggiungere che l'orlo del sacco vitellino è separato del margine della sutura amnio-coriale per $\frac{1}{4}$ di circonferenza del sacco amniotico. Aperto il sacco amniotico mediante un' incisione diretta da un polo all'altro e passante di lato alla vescicola ombelicale, si vede, rovesciando all'infuori il lembo che comprende il sacco vitellino, che alla superficie interna dell'amnios aderisce, senza distinto cordone ombelicale, un piccolo embrione il quale si trova proprio contro quel tratto di lamina amniotica sulla cui superficie esterna risiede il sacco vitellino. Questo rapporto è sufficientemente illustrato dalla figura 2 che rappresenta una vista d'insieme ingrandita circa 14 volte, e dalle fig. 6, 7 e 8 che corrispondono a sezioni trasversali interessanti embrione, amnios e sacco vitellino.

L'embrione è lungo mm 3 e presenta assai forte quella flessione ventrale che è stata dimostrata normale dall' His per questa fase di sviluppo (v. fig. 2).

Ha un estremo cefalico più grosso e sollevato, rivolto verso il polo libero dell'amnios; un estremo candale più sottile e depresso rivolto verso il polo amniotico aderente al corion. Nella regione cefalica si vedono lateralmente e ventralmente assai distinti gli archi branchiali. Sono nettamente delimitati: l'arco mandibolare coi processi mascellari ancora bene disgiunti dal processo fronto-nasale; il 1° e il 2° arco branchiale che col loro estremo distale restano molto discosti della linea mediana; anche l'arco mandibolare non è ancora

fuso col suo omologo dell'altro lato. All'osservazione esterna non si vede alcuna traccia nè delle vescicole encefaliche nè delle vescicole acustiche e ottiche. La testa non ha ancora subita la flessione nucale. Osservando con una forte lente il dorso dell'embrione lo si vede percorso da una sottile stria oscura specialmente distinta nella metà caudale; questa stria io l'avevo interpretata come traccia del tubo nervoso visto per trasparenza attraverso all'involucro cutaneo; ma l'esame microscopico dimostrò che le cose stavano molto diversamente. Isolato colle forbici quel tratto di parete amniotica che porta all'esterno il sacco vitellino e all'interno l'embrione e che corrisponde perciò all'area dell'ombelico somatico primitivo, procedetti ad un'ulteriore esame per mezzo della lente.

Mentre la testa dell'embrione è completamente libera, il rimanente del corpo è appena sollevato sulla superficie amniotica e si continua lateralmente e caudalmente colla lamina dell'amnios. Nell'estremo caudale si vedono lateralmente due piccoli lobi appiattiti che sembrano risalire dai margini ventrali dell'estremo caudale del corpo dell'embrione in direzione dorsale e craniale per portarsi allo stesso livello del piano dorsale del tronco. Visti così superficialmente, rassomigliano questi lobi in modo grossolano alle gemme caudali dei Selaci. All'esame microscopico, come si rileva dalla fig. 9, si manifestano come due ispessimenti laterali della somatopleura ai lati del corpo embrionale e rasente alla faccia inferiore di quello di destra scorre il tessuto dell'allantoide. Al di dietro del lobo di destra si vede anche all'esame esterno (v. fig. 2) un' area ispessita dell'amnios, male delimitata, che corrisponde al limite di estensione dell'allantoide.

Questo è quanto ho potuto rilevare intorno alla configurazione dell'embrione e suoi annessi. Tenendo calcolo della sua forma, delle sue misure e dello stato di conservazione rivelato dall'esame delle sezioni microscopiche, lo si può giudicare dell'età di circa 3 settimane, sebbene la sua organizzazione sia in arresto di sviluppo anche per questa età.

Veniamo ora a quanto riguarda la sua organizzazione interna che è delle più singolari.

Struttura interna.

Scorrendo le sezioni al microscopio come anche dando uno sguardo alle figure si resta nel primo momento alquanto disorientati. A prima vista si interpreterebbe il grosso accumulo cellulare *i* (fig. 2—6) per il tubo nervoso molto alterato; ma proseguendo le indagini ci si accorge: innanzitutto che si ricerca invano il tubo digerente; poi che in una determinata regione del corpo il cumulo cellulare dianzi citato si continua mediante un lungo peduncolo (d. v.) col sacco vitellino (s. v.); esso non può quindi rappresentare altro che il tubo digerente. Fatta questa constatazione, si rileva tosto che al suo lato dorsale manca completamente il tubo nervoso, mentre ventralmente è ben distinto e sospeso al tubo digerente mediante un largo mesocardio posteriore il tubo cardiaco che già presenta tracce della flessione e dello strozzamento auricolo-ventricolare. Esaminando con più intensa attenzione le sezioni si arriva a persuadersi che l'unico organo che si possa interpretare come il rappresentante del tubo nervoso è una lamina epiteliale (p. n.) poco stratificata, assai larga, che nel senso longitudinale si estende dell'estremo cefalico sin verso l'estremo caudale senza raggiungerlo, e che per la sua intensa colorazione spicca, sebbene sottilissima, sul resto della sezione. Tanto più che questa lamina epiteliale nella regione cefalica dell'embrione presenta una disposizione che si può interpretare come traccia dell'evaginazione retinica. Noi saremmo dunque davanti a un caso, che mi sembra unico nella letteratura anatomica, di assoluta mancata formazione del tubo nervoso.

Perchè il lettore possa farsi una più precisa idea dell'anomalia, descriviamo le figure che ho fatto prendere dal disegnatore Sig. Primo Giberti dalle sezioni che mi sono sembrate più interessanti.

La fig. 3 corrisp. alla 7^a sezione cominciando dall'estremo cefalico (le sez. sono spesse 15 μ). Nel lato dorsale di essa si vede il primo accenno della lamina epiteliale che io ho interpretata come rappresentante il tubo nervoso e che perciò chiameremo, anche per comodo di descrizione, *placca neurale* (p. n.). Al disotto della medesima tutta la sezione del corpo è formata da un tessuto uniforme costituito da un miscuglio irregolare di cellule rotondeggianti a nucleo fortemente

è uniformemente tingibile e di cellule fusiformi o ramificate a nucleo più pallido, nonchè da sottili e brevi fibrille connettivali. Propenderei a interpretare tutta questa zona come mesoblaste cefalico assiale. Nella parte ventrale della sezione si vede una cavità, alquanto più estesa in direzione frontale che nella dorso-ventrale, dentro alla quale si osserva un organo cilindrico sezionato trasversalmente e sospeso press'a poco nel mezzo della parete dorsale della cavità mercè un breve peduncolo. La cavità, come risulterà evidente dall'esame delle sezioni più caudali, corrisponde all'estremo anteriore della cavità generale del corpo, o, come si chiamava in addietro, cavità pleuro — peritoneale, e più precisamente a quella parte della cavità generale che per trovarsi nella regione ventrale del collo è chiamata dall'His — cavità cervicale — mentre dal Rathke è detta cavità parietale e dall'Hertwig, con migliore espressione, cavità pericardica. L'organo cilindrico che essa contiene è evidentemente l'estremo craniale del cuore e certo più precisamente il *bulbo arterioso*. Ventralmente e a una piccola distanza dal corpo embrionale passa la lamina dell'amnios. Se il lettore volesse ora sapere sin dove si spingano cranialmente la lamina neurale e il cuore, dirò che la prima comincia a comparire nella 3ª sezione, ma così indecisa e discontinua da non potere servire per trarne un disegno dimostrativo; ad ogni modo incomincia a $45\ \mu$ dall'estremo apicale della testa. In quanto al cuore e alla cavità pericardica le prime tracce del primo cominciano nella 9ª sezione ove colla sua superficie esterna è a immediato contatto col mesoblaste cefalico, mentre la cavità pericardica comincia a comparire nella 12ª sezione, cioè a $180\ \mu$ dall'estremo apicale. Se passiamo all'esame della fig. 4 corrispondente alla 25ª sezione, e perciò distante $375\ \mu$ dall'estremo apicale, constatiamo:

Che la lamina neurale è assai più ampia, continua e distinta, pur restando sempre costituita, almeno nella sua parte essenziale, di uno o due strati di cellule cilindriche.

Che il tubo digerente è già comparso e se ne vede la sua sezione trasversa in *i*. Esso si presenta come un grosso cordone massiccio, quasi fosse rimpinzato di elementi cellulari, condizione questa che contrasta stranamente con quella che dovrebbe presentare un tubo digerente normale. Ma è stato già osservato dal Giacomini e da altri, e

io stesso ho potuto parecchie volte constatarlo, che spessissimo nell'embrione umane anormale, o nell'embrione la cui vita autonoma è da qualche tempo cessata, gli organi cavi epiteliali perdono il loro lume il quale viene riempito da elementi cellulari derivanti in parte dall'epitelio di rivestimento che si stacca dalle pareti e per qualche tempo prolifera, in parte dall' invasione di elementi connettivali migranti dai tessuti circostanti. Ad ogni modo l'esame delle successive sezioni dimostrerà che i rapporti anatomici parlano in favore dell'interpretazione che io dò al grosso cilindro *i* (fig. 2). Questo pseudo-tubo digerente è dorsalmente in rapporto e quasi ad immediato contatto colla lamina neurale; ventralmente la sua parete mesoblastica si continua col largo mesocardio posteriore. Lateralmente al tubo digerente non vi è traccia di celoma; siamo infatti nella regione degli archi branchiali, dei quali sono traccia gli ispessimenti *x*, *x'* (fig. 4) che si osservano lateralmente al corpo embrionale. In questa sezione l'unica parte visibile di celoma è ancora la cavità cervicale o pericardica che contiene il cuore, nel quale comincia a comparire una cavità endocardica. La parete ventrale della cavità pericardica, membrana riuniente inferiore di Rathke, è più ampia che nella sezione raffigurata dalla precedente figura 3^a. Aggiungo che la prima traccia del tubo digerente è comparsa nella sez. 14^a, ma con caratteri così incerti da non potere assicurare precisamente questo punto.

La fig. 5^a interessa la regione del contorno superiore dell'ombelico somatico che in quest'epoca dello sviluppo è ancora larghissimo e in questo embrione in modo eccezionale. Infatti vediamo in *x* le due somatopleure cervicali discendere dagli archi branchiali, ripiegarsi all'infuori dopo essersi accostate alla linea mediana senza raggiungerla. La cavità pericardica, che non è che l'estremo anteriore del celoma interno, comunica dunque ampiamente col celoma esterno, cranialmente al sacco vitellino. Il cuore è più voluminoso e allungato in senso laterale. Il mesocardio posteriore assai largo. Il tubo digerente ancora voluminoso e massiccio. La lamina neurale è ancora più larga e presenta nel suo orlo sinistro una curiosa disposizione che poche sezioni più caudalmente presenta anche a destra. Questo dislivello dipende da un piccolo difetto d'orientamento dell'embrione nel microtomo quando fu assoggettato al

sezionamento. Il filo del rasoio sezionava l'embrione non esattamente secondo un piano trasversale ma secondo un piano obliquo un po' più decline candalmente a sinistra che a destra del corpo embrionale; è naturale quindi che gli organi embrionali situati a sinistra siano stati colpiti dalle sezioni prima di quelli situati a destra. Io però mi sono limitato a riprodurre solo una sezione per non moltiplicare troppo le figure, tanto più che le disposizioni anatomiche che interessano questa regione della lamina neurale sono analoghe nei due lati, solo che a destra sono un po' meno distinte. A sinistra si vede nella fig. 5^a in *xx* che la lamina neurale a una certa distanza dalla linea mediana si infossa profondamente poi torna a evaginarsi per invaginarsi di nuovo più debolmente, ritornando ancora a sollevarsi alquanto per infossarsi di nuovo un' ultima volta terminando con un margine libero. Da questa disposizione risulta una specie di larga evaginazione leggermente depressa nel suo polo libero la quale mi sembra rassomigli molto a una vescicola ottica primaria in via di invaginarsi per diventare *cupula retinica* o vesc. ott. secondaria. Tanto più evidente riesce poi all'esame delle sezioni questa rassomiglianza in quanto che l'ectoderma dove passa davanti a questa vescicola ne resta separato da una piccola fessura e presenta un ispessimento e una depressione identica a quelle che si presentano nella fossetta cristallinica di un embrione normale e che il disegnatore si è dimenticato di riprodurre nella figura.

Nella sezione rappresentata dalla fig. 6^a (corrispondente alla 32^a sez.) siamo sul contorno craniale del dotto vitellino o ombelico splancnico. Il grosso cilindro massiccio *i* si prolunga mediante un lungo peduncolo *do* il quale attraversa l'ombelico somatico e si continua col sacco vitellino *so*. Non può ora restare alcun dubbio al lettore che il pseudotubo *i* non sia il tubo digerente. La lamina neurale è ritornata uniforme e termina lateralmente con margini lisci. Ciò che invece sorprende in questa regione è di vedere il cuore, *c*, restare di fianco al dotto vitellino, mentre, come è noto, nello sviluppo normale questo organo si deve trovare tutto quanto nel mezzo della cavità cervicale che sta cranialmente al dotto vitellino. E questa singolare disposizione si continua anche nelle sezioni successive come lo dimostrano le figure.

Abbiamo dunque in questo già anormale embrione anche un *situs inversus viscerum*, anomalia che del resto frequentemente si associa a quelle del tubo nervoso. Il cuore resta in buona parte nella metà sinistra del celoma splancnico, futura cavità peritoneale, ed è quindi spostato non solo lateralmente ma anche, e fortemente, in senso cranio-caudale. Il mesocardio posteriore è diventato più stretto e il tubo cardiaco presenta tracce manifeste della sua torsione e dello strozzamento auricolo-ventricolare.

Noi non possiamo neppure figurarci in quali rapporti si sarebbe trovato il cuore colle future cavità viscerali e coi visceri splancnici perchè in questo embrione mancano, o io non sono stato capace di vederle, tracce di formazione del *setto trasverso* di His che a quest'epoca dello sviluppo dovrebbe già incominciare a discernersi assieme coi dotti di Cuvier e coll'abbozzo del fegato. In embrioni umani di eguali dimensioni, ma normali, che ho sezionati e esaminati, il tessuto del setto trasverso si presenta già abbastanza distinto fra l'estremo caudale del cuore e il contorno craniale del dotto vitellino, collegato colle pareti laterali e ventrali del tronco, ma in questo embrione non mi riesce di scorgerne traccia. Forse per lo spostamento laterale e cranio-caudale del cuore, il mesocardio posteriore ha assunto un massimo sviluppo in senso longitudinale e solamente in questo senso si effettua lo sbocco dei dotti di Cuvier nel cuore.

Nella figura 7^a (47^a sez.) i rapporti sono eguali, solo che siamo invece nella regione del contorno aborale del dotto vitellino. Del cuore si vede l'estremo caudale che per trovarsi caudalmente al punto della torsione cardiaca si deve considerare venoso. Il mesocardio posteriore è sottilissimo. La lamina neurale molto ridotta.

Nella fig. 8^a (56^a sez.) il tubo digerente ha perduto qualsiasi rapporto colla vescicola ombelicale, ma si vede ancora interessato nella sezione l'estremo prossimale del dotto vitellino. È scomparsa ogni traccia evidente di lamina neurale.

Dopo tre o quattro sezioni al didietro di quella che ha servito per la fig. 8^a si nota che il tubo digerente non ha più limiti distinti e che un tessuto cellulare che ne occupa il posto si prolunga ventralmente nel celoma destro, esce dall'ombelico somatico rasentando il

lato destro del tubo cardiaco e si prolunga rasente la faccia mesoblastica della lamina amniotica destra aderendovi. Questo prolungamento del tessuto intestinale rappresenta forse il cordone allantoideo? I rapporti e la struttura delle parti sono troppo modificati per poterlo affermare, ma è verosimile, e questa verosimiglianza si accentua, come si vedrà, nelle sezioni più caudali. Il cuore si continua come un tubo assai ampio a grosse pareti, sempre appeso a un mesocardio dorsale e si trova allo stesso livello del piano frontale dell'ombelico somatico. Della placca neurale non si vedono più tracce.

Nella 65ª sezione (fig. 9), il tubo cardiaco per la scomparsa dell'intestino si applica quasi contro all'embrioblaste assiale. A destra la somatopleura amniotica presenta un forte ispessimento che dipende dall'avanzarsi lungo la sua faccia mesoblastica del mesoblaste intestinale e che decisamente non può essere altro che il peduncolo allantoideo (peduncolo addominale di His). Questo ispessimento della lamina amniotica a destra e dietro il corpo embrionale, corrisponde a quel rigonfiamento caudale che nell'esame esterno dell'embrione fu rassomigliato a un paio di lobi caudali. Senonchè ciò che all'esame esterno pareva il lobo sinistro era realmente l'estremo caudale dell'embrione, mentre il lobo destro corrispondeva all'ispessimento allantoideo.

Nella sez. 67ª il corpo dell'embrione finisce. Il tubo cardiaco termina assottigliandosi senza che se ne possano seguire i particolari. L'ispessimento allantoideo continua ancora per 26 sezioni dietro l'estremo caudale dell'embrione; nel suo spessore, più vicino alla faccia mesoblastica che all'ectoblastica della lamina amniotica, si osserva in qualche sezione un cordone epiteliale breve che non può corrispondere ad altro che al diverticolo entoblastico allantoideo dell'intestino.

Il corpo dell'embrione è lungo 67 sez. dello spessore di 15 μ , cioè in totalità mm 1,005. L'ispessimento allantoideo si prolunga dietro il corpo embrionale per 26 sezioni cioè per mm 0,39. La lunghezza totale dell'embrione e dell'allantoide è quindi mm 1,39; lunghezza molto minore di quella misurata nel pezzo conservato in alcool.

Riferiamo ora qualche particolare della placca nervosa esaminata con un ingrandimento un po' più forte.

Nel punto in cui essa compare per la prima volta cranialmente (sez. 9^a) è molto stretta in senso laterale, piuttosto discontinua e come ripiegata. Poche sezioni più caudalmente però essa si appiana ed appare come una lamina continua che occupa il mezzo del dorso embrionale; è pianeggiante e larga. Osservata con forte ingrandimento (oc. 3 obb. 7 Leitz) si mostra costituita da un epitelio cilindrico non molto alto e costituito *tutt'al più* da due piani di cellule. A prima vista sembrerebbe anzi monostratificato, ma guardando attentamente si vedono quà e là delle cellule più profonde intercalate fra le superficiali. Sebbene poi a piccolo ingrandimento questa lamina epiteliale sembri affatto superficiale, a forte ingrandimento si vede che è ricoperta da una sottile lamella formata da cellule ectodermiche piatte, rassomiglianti a lamelle epidermiche cornee. Anche qui è dubbio se questo rivestimento di cellule piatte sia costituito da un solo o da due e più piani. In alcune sezioni la lamella in questione appare semplice, in altre invece bi — e pluristratificata, restando però sempre esilissima. Come si comporta questa lamella superficiale riguardo alla placca epiteliale più profonda a cellule cilindriche? A questo proposito non vi possono essere che due alternative. O la lamella epidermica di rivestimento è una continuazione dell'epiblaste cutaneo, e in questo caso essa deve semplicemente passar sopra agli orli della placca nervosa; ovvero essa è in parte in continuità cogli orli della placca stessa costituendo con questa un tubo chiuso e completamente appiattito in senso dorso-ventrale. In tal caso la lamella dovrebbe essere costituita almeno da *due* piani cellulari: uno più profondo, continuo cogli orli della placca nervosa; uno più superficiale continuo coll'epiblaste cutaneo. L'osservazione microscopica lascia però molti dubbi intorno a questa questione. In alcuni punti, specialmente nella regione cefalica, sembra che i margini della placca nervosa si assottiglino, si ripieghino dorsalmente e si continuino con una parte delle cellule lamellari di rivestimento; in altri punti si ha invece l'impressione che la placca nervosa termini lateralmente con un orlo netto e che su di essa l'epiblaste cutaneo si continui da un lato all'altro del corpo senza contrarre con essa alcun rapporto. Qualche accenno un pò più particolareggiato merita anche il cuore di questo embrione. Esso ha la forma di un

lungo tubo di calibro press'a poco uniforme esteso dalla regione cefalica all'estremo caudale del corpo e appeso al mesoblaste intestinale per un mesocardio posteriore più o meno largo secondo le regioni. Esso passa a sinistra del dotto vitellino e non si scorge bene dove riceva le vene vitelline. Questa disposizione si rassomiglia vagamente al cuore tubulare dell'*Amphioxus* e non si sa con quale ipotesi si potrebbe spiegarla. Nella regione cervicale o pericardica esso subisce una semplice torsione spirale o sul proprio asse con una debole flessione dorso ventrale. Questa disposizione io l'ho controllata ricostruendo il tubo cardiaco con una serie completa di sezioni disegnate; ma anche senza riportar qui tutta la serie degli schemi, essa si può intendere anche dall'esame delle poche figure. La parte arteriosa del tubo cardiaco che esiste sola nella fig. 4, nella fig. 5 gira più verso destra a spirale e in c. v. si vede il principio della parte venosa; parecchie sezioni più caudalmente (fig. 6) la regione venosa (c. v.) è più grossa, mentre l'arteriosa (c. a.) diminuisce; nella fig. 7 resta solo la regione venosa (c. v.) che si continuerà come tubo uniforme fino all'estremo caudale dell'embrione. Fra la regione più craniale arteriosa e la più caudale venosa esiste un restringimento. Riassumendo, le principali anomalie di questo embrione sono.

1° Il sistema nervoso rimasto allo stato di placca neurale; ciò malgrado negli orli della sua regione cefalica si accennano le vescicole ottiche di fronte a una depressione cristallinica dell'ectoderma.

2° Manca la notocorda o almeno non mi è stato possibile scorgerne traccia; se questo reperto fosse vero, vale a dire se la mancanza della notocorda non dipendesse dalla semplice difficoltà di vederla, questo fatto, che come causa meccanica prima riconoscerebbe la mancata separazione fra ipoblaste primario e secondario, bisognerebbe metterlo in rapporto colla alterata chinsura della placca neurale in quel modo che dirò più avanti.

3° Il tubo digerente è tutto massiccio, cioè sebbene molto ampio è pieno di elementi cellulari; oltre a ciò il suo ombelico è molto esteso in senso cranio-caudale. Il 1° fatto bisogna evidentemente metterlo in rapporto con quella proliferazione cellulare post-mortale e con quella invasione degli organi epiteliali da parte delle cellule

mesenchimali che tanto bene è stata illustrata dal Giacomini = esso sarebbe perciò una specie di processo involutivo. Il 2° fatto invece deve essere realmente teratologico.

4° Il tubo cardiaco che nella regione degli archi branchiali presenta una semplice torsione spirale come primo accenno alla sua divisione auricolo — ventricolare, è eccessivamente lungo, quasi come l'intero embrione e colla sua parte più caudale passa a sinistra del dotto vitellino; la parte che si continua tanto all'indietro è naturalmente la regione venosa o atriale; non è possibile vedere a qual livello sbocchino nel cuore venoso le vene vitelline.

Aggiungo alcuni dati che serviranno per ricostruire le principali misure degli organi premettendo che le sez. sono spesse 15 μ .

— La prima traccia del cuore, senza cavità pariet. compare nella sez. 9ª; la sua ultima traccia è nella sez. 67ª.

— La prima traccia della cav. parietale è nella sez. 10ª.

— La 1ª traccia della pl. neur. è nella 8ª sez.; l'ultima nella 53ª sez.

— La 1ª traccia della fossetta cristallinica è nella 27ª sez.

— Il contorno craniale del dotto vitell. è nella sez. 38ª; il contorno caudale nella sez. 50ª.

— La 1ª traccia dell'abbozzo allantoideo è nella 67ª sez.; la sua estremità distale nella 93ª sez.

— Il corpo embrionale è lungo 67 sezioni.

Conclusioni.

Volendo in qualche modo indagare la causa delle anomalie di questo embrione la mente si perde in ipotesi troppo numerose che è meglio perciò lasciar da parte.

Quello che pare certo è che il massimo disturbo organogenetico deve essersi esplicato nel luogo di formazione della placca nervosa che, come è noto, coincide colla linea di chiusura del blastoporo. Si sa dalle esperienze di numerosi autori, alle quali io pure ho cooperato, che i traumi dell'orlo blastoporico apportano anomalie del tubo nervoso. Questo embrione ha ricevuto tali traumi nella sua fase evolutiva da gastrula a neurula?

Ecco un' incognita.

Anche traumi sulla placca neurale già costituita e in via di chiudersi possono condurre a anomalie analoghe a quelle del mio embrione. Ma di che genere possono essere stati questi traumi? Forse una temporanea aderenza amniotica?

Sembra più probabile che il trauma¹⁾ debba essere stato primordiale ed aver colpito l'orlo blastoporico in via di chiudersi, perchè con questa ipotesi si spiega anche l'assenza della notocorda. È noto che lungo la linea di chiusura del blastoporo l'ectoderma si trasforma per una certa estensione in placca midollare e che nell'ipoblasta primitivo che immediatamente si continua coll'epiblaste si forma una specie di evaginazione la quale unendosi coll'evaginazione del lato opposto quando il blastoporo si chiude, dà origine al *canale notocordale*. Orbene, se si suppone, come causa teratogenetica, una lesione qualsiasi che abbia colpito l'orlo blastoporico e disturbato il processo della sua chiusura, è facile vedere che per conseguenza si potrà aver avuto tanto un'anomalia di sviluppo del tubo nervoso che della notocorda. Se invece si ammette che la causa perturbante l'ontogenesi abbia agito solo a blastoporo già chiuso, colpendo la placca o la doccia midollare in via di formare il tubo nervoso, la notocorda e la regione dorsale del mesenteron devono assolutamente essere sfuggite alla sua azione e noi dovremmo trovare questi organi in condizioni normali, il che invece non è.

Con questo embrione sarebbero già due i casi²⁾ di anomalie dell'asse cerebro-spinale che io ho potuto osservare in precocissime fasi del l'ontogenesi dell'uomo in condizioni morfologiche tali da poter essere direttamente collegati, sebbene in via ipotetica, coi risultati delle esperienze fatte sulle ova di vertebrati inferiori in via di segmentazione o di gastrulazione.

¹⁾ Uso la parola trauma come espressione generica per indicare qualsiasi causa deviante l'ontogenesi.

²⁾ L'altro caso — Alcune considerazioni su un embrione umano emicefalo e sulle principali teorie dello svil. normale e teratologico. (Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Phys. H. 5—6; Bd. XVI, 1899.)



Beitrag zu den Nierenanomalien.

Von

Prof. W. Tonkoff.

(Mit Tafel XV.)

Die vorliegende Notiz enthält die Beschreibung derjenigen Nierenanomalien, die wir im Laufe dieses Jahres im Seciersaal des anatomischen Instituts der medicinischen Frauenhochschule zu St. Petersburg zu untersuchen Gelegenheit hatten.

I. Die Leiche einer Frau von mittlerem Alter.

Die linke Niere, deren Umfang der normalen Grösse nicht entspricht (sie ist 8 cm lang und $3\frac{1}{2}$ cm breit), liegt in der Höhe des ersten und zweiten Lendenwirbels und erstreckt sich in das Gebiet des zwölften Brustwirbels.

Die Form der Niere und des Harnleiters (Ureter), sowie der Verlauf des letzteren sind normal: der Harnleiter kreuzt die Arteria iliaca communis sinistra unmittelbar vor ihrer Teilung in die Arteriae iliaca externa und interna.

Die Niere wird von zwei Arterien versorgt; das obere Blutgefäss geht von der Aorta abdominalis in der Höhe des oberen Randes des ersten Lendenwirbels ab, fast in derselben Höhe, wo die Arteria mesenterica superior von der Aorta entspringt.

Der Durchmesser derselben beträgt am Anfang 5 mm; diese Arterie verläuft ab- und lateralwärts, dann der Substanz der linken Nebenniere anliegend (dabei entsendet sie einen kleinen Zweig zur Drüse — Art. suprarenalis) tritt sie in den Hilus, dem oberen Nierenrande nahe ein.

Die zweite Arterie entspringt in der Höhe des dritten Lendenwirbels — in derjenigen Stelle, wo die *A. mesenterica* ihren Ursprung nimmt; ihr Durchmesser beträgt 4 mm.

Dieses Gefäß geht zuerst lateral, dann aufwärts, kreuzt (hinter diesen Gebilden gelagert) die *Vasa spermatica interna* und den Ureter (schon vor dem Eintritt in die Niere), dabei entsendet die Arterie die *Art. ureterica* und begiebt sich samt dem caudalen Ast der *Vena renalis* in den unteren Teil des Hilus.

Die *Vena renalis* mündet in die *Vena cava inferior* in der Höhe des ersten Lendenwirbels (ihr Durchmesser beträgt 13 mm) und kreuzt die Aorta von vorn.

Auf der rechten Seite ist die Niere in der Höhe des ersten, zweiten, dritten und der oberen Hälfte des vierten Lendenwirbels gelagert, ihr oberes Ende erstreckt sich zum Teil in die Gegend des zwölften Brustwirbels.

Schon bei oberflächlicher Beobachtung sieht man, dass die Niere stark verlängert ist (die Länge des Organs besitzt $12\frac{1}{2}$ cm, die Breite der oberen Hälfte $5\frac{1}{2}$ cm, der unteren Hälfte 7 cm).

Ferner finden wir an diesem Organ zwei Einbuchtungen (Hilus). zwei Harnleiter und eine abnorme Zahl von Blutgefäßen.

Die obere Einbuchtung der Niere ist ihrer Lage und den anderen Eigenschaften nach normal; sie befindet sich auf dem medialen Nierenrande, ungefähr in derselben Höhe (im Bezug auf die Wirbelsäule) wie der Hilus der linken Niere.

Der untere Hilus liegt auf der vorderen Fläche der unteren Nierenhälfte und scheint nicht tief zu sein. Diese untere Einbuchtung (Hilus) ist durch eine fibröse Membran völlig geschlossen, unter der letzteren befindet sich eine ziemlich grosse Menge von Fettgewebe.

Beide Harnleiter treten selbständig aus den Einbuchtungen hervor (die Entfernung zwischen den Einbuchtungen = 6 cm).

Der obere Harnleiter ist auf der medialen Fläche des unteren Nierenabschnittes gelagert und verläuft neben der *Vena cava inferior*; am unteren Nierenpol liegt er dem unteren Harnleiter nahe, weiter verlaufen beide Ureteren dicht neben einander, durch Zellgewebe verbunden. Beide Ureteren werden von der *Art. iliaca communis dextra*

gerade an ihrer Teilungsstelle gekreuzt; ferner, nachdem sie als selbständige Gebilde noch einen Weg von etwa 3 cm zurücklegen, vereinigen sie sich zu einem gemeinsamen Ausführungsgang.

Auf der hinteren Nierenfläche kommt eine tiefe Querfurche zum Vorschein, welche als Hilus für eine der Arterien mit der sie begleitenden Vene dient. Diese Furche teilt die Niere in zwei Abschnitte: in einen oberen grösseren und in einen unteren kleineren Abschnitt.

Der obere Abschnitt entspricht seiner Grösse und Lage, sowie zum Teil seiner Form nach der normalen Niere.

Um den inneren Bau der Niere zu studieren, wurde ein Längsschnitt in frontaler Richtung gemacht — leider war aber die Nierensubstanz schon ganz verändert, so dass es nicht möglich war, das Verhältnis zwischen der Rinden- und Marksubstanz etc. festzustellen.

Die rechte Nebenniere liegt an der gewöhnlichen Stelle und besitzt eine normale Form (sie fehlt auf der Abbildung).

Arterien. Die rechte Niere empfängt vier Arterien, welche ziemlich weit von einander entfernt aus der Aorta und ihren Zweigen entspringen.

Arteria renalis dextra I ($D = 5$ mm) geht von der Aorta in der Höhe des ersten Lendenwirbels, nämlich in derjenigen Stelle, wo die Aorta von der linken Nierenvene gekreuzt wird; nachdem die Arteria renalis dextra I von der Aorta entspringt, verläuft sie fast in horizontaler Richtung nach rechts, kreuzt die hintere Fläche der unteren Hohlvene und tritt in den obersten Abschnitt des Hilus superior der Niere; unmittelbar vor dem Eintritt in den Hilus entsendet sie einen Zweig ($D = 2$ mm), welcher in den oberen Nierenpol oberhalb des Hilus eindringt.

Arteria renalis dextra II ($D = 4$ mm) geht ebenfalls von der Aorta abdominalis ab, allein ihre Austrittsstelle liegt tiefer als diejenige der I. Nierenarterie (die Entfernung zwischen den Ursprungsstellen der I. und II. = 6,5 cm) und zwar in der Höhe des dritten Lendenwirbels, ungefähr in der Mitte zwischen dem Austritt der Arteria mesenterica inferior und der Teilungsstelle der Aorta in die Aa. iliacae communes.

Der Verlauf dieser Arterie geht ebenso in horizontaler Richtung, dabei kreuzt sie die Vena cava inferior von vorne; zwischen der

Vena cava inferior und dem oberen Ureter verlaufend, kehrt sie zurück und mündet dann in eine besondere Einbuchtung der hinteren Nierenfläche dem medialen Rande nahe.

Arteria renalis dextra III ($D = 3,5$ mm) entspringt in der Höhe des vierten Lendenwirbels (seinem oberen Rande nahe) vor dem Winkel, welchen die Arteriae iliacae communes bilden, kehrt sofort in horizontaler etwas aufsteigender Richtung nach rechts; sie kreuzt (sowie die oben erwähnte Arterie) die untere Hohlvene von vorne (ebenso die sie begleitenden Nierenvenen), verzweigt sich und tritt in den unteren Hilus der Niere.

Arteria renalis dextra IV ($D = 3$ mm) geht vom Anfangsteil der Arteria iliaca interna dextra ab; ihr Verlauf richtet sich sofort nach rechts, dann nach aufwärts; dem unteren Nierenende nahe, löst sie sich in zwei Aeste auf, die in den unteren Hilus treten. Unterwegs kreuzt diese Arterie die Arteria iliaca externa dextra von vorne (am Anfangsteil der letzteren) und verläuft zwischen dem erwähnten Blutgefässe und den Ureteren.

Es sind im ganzen 6 Venen vorhanden; meistens begleiten sie die entsprechenden Arterien.

Vena renalis dextra 1 ($D = 7,5$ mm) tritt mit der Arteria renalis dextra I (nach vorne von der letzteren gelagert) aus der oberen Niereneinbuchtung empor und ergiesst sich in die untere Hohlvene der Mündung der linken Nierenvene gegenüber.

Beim Austritt aus der Einbuchtung empfängt die Vene einen schwachen Ast, welcher auf der vorderen Nierenfläche verläuft und mit den Aesten der Vena renalis dextra 2 anastomosiert.

Diese Anastomose liegt der äusseren Fläche der Capsula fibrosa renis dicht an, weil sie an mehreren Stellen aus der Tiefe der Nierensubstanz anastomosierende Zweige empfängt.

Vena renalis dextra 2 ($D = 6$ mm) tritt aus der vorderen Einbuchtung, entsendet einen Ast zur oben erwähnten Anastomose (mit der Vena renalis dextra 1); ausserdem (schon unter der Capsula fibrosa) entsendet sie Zweige, welche mit den Venae renales dextra 5 und 6 Anastomosen eingehen.

Diese Anastomosen umschlingen von allen Seiten die Kelche und das Becken des unteren Ureters.

Nach dem Austritt aus der Einbuchtung verläuft die Vena renalis dextra 2 zur Linea mediana, kreuzt von vorne den oberen Harnleiter, empfängt die Vena spermatica interna dextra; von dieser Stelle geht sie fast in verticaler Richtung aufwärts neben der unteren Hohlvene, in welche sie sich in der Höhe des Fibrocartilago intervertebralis zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel, etwa 1 cm unter der Mündung der Vena renalis dextra I, ergiesst.

Vena renalis dextra 3 ($D = 4$ mm) tritt aus der oberen Einbuchtung hervor, verläuft in horizontaler Richtung zur Linea mediana und mündet in der Höhe des zweiten Lendenwirbelkörpers in die untere Hohlvene.

Diese, sowie die oben erwähnte Vene empfängt keine begleitende Arterie.

Vena renalis dextra 4 ($D = 2$ mm) tritt samt der Art. ren. dex. II aus der Einbuchtung, welche sich auf der hinteren Nierenfläche befindet; ihr Verlauf richtet sich horizontal zur Linea mediana, vorne liegt die Vena ren. d. 4 der unteren Hohlvene dicht an, sie empfängt kleine Zweige aus dem Zellgewebe, welches die Aorta und die untere Hohlvene umgiebt und mündet in die letztere in der Höhe des dritten Lendenwirbels.

Vena renalis dextra 5 ($D = 4,5$ mm), Begleiterin der Arteria renalis dextra III, anastomosiert mit den Zweigen der Vena renalis dextra 2 und 6 im Gebiete der unteren Einbuchtung, verläuft dann in horizontaler Richtung nach vorne vom Endteile der Vena iliaca communis dextra und der gleichnamigen Arterie und mündet in die Vena iliaca communis sinistra.

Vena renalis dextra 6 ($D = 2,5$ mm) setzt sich in der Gegend des unteren Nierenendes aus zwei Zweigen zusammen (sie werden von zwei Zweigen der Arteria renalis dextra IV begleitet), die die Nierenkapsel selbständig durchsetzen und mit den Venae renales dextrae 2 und 5 Anastomosen eingehen.

Diese Vene (nachdem sie die Niere verlässt) verläuft zuerst nach abwärts. dann wendet sie sich in medialer Richtung um, geht mit

ihrer Begleiterin, der vierten Nierenarterie, zwischen den zwei Ureteren und dem Anfangsteil der Arteria iliaca interna und externa der rechten Seite und mündet in den Endteil der Vena iliaca interna dextra.

Die erwähnte Nierenanomalie kommt recht selten vor.

W. Gruber, welcher mehrere Tausende Leichen untersucht und verschiedene Nierenanomalien beschrieben hat, hatte niemals Gelegenheit, einen analogen Fall zu beobachten.

Was die Litteratur dieses Gegenstandes betrifft, so können wir darüber nur wenig mitteilen.

Hansemann¹⁾ demonstrierte (im Jahre 1897) in der medicinischen Gesellschaft zu Berlin ein sehr interessantes Präparat, das von einem 57jährigen Arbeiter stammte, der infolge eines perforierten Magengeschwürs zu Grunde gegangen ist. Die Niere auf der rechten Seite zeigt eine normale Beschaffenheit, normale Gefässe und einen normalen Ureter.

Auf der linken Seite zeigen sich zwei kleinere Nieren. Die eine von diesen beiden, wiederum die kleinere, liegt entsprechend der normalen Niere, hat ein normal angeordnetes Gefäss, sein Ureter geht nach abwärts in das Nierenbecken der darunter unmittelbar gelegenen, etwas grösseren Niere. Diese letztere, deren Becken etwas nach vorne gewendet ist, besitzt zwei Gefässe und zwei Becken. Auch die Ureter dieser beiden Becken laufen zusammen, so dass also schliesslich für die beiden Nieren der linken Seite nur ein einziger Ureter vorhanden ist, der an normaler Stelle in die Blase mündet.

E. Tchudy²⁾ berichtet über einen Fall von Pyonephrose, wobei die exstirpierte Niere (die linke) dem Umfange nach zweimal grösser als gewöhnlich war, ausserdem besass die erwähnte Niere zwei Ureteren und zwei Becken.

Die untere Nierenhälfte war vollständig normal (es wurde eine mikroskopische Untersuchung gemacht), von normaler Beschaffenheit

¹⁾ Hansemann, Demonstration eines Situs mit 3 Nieren. Berl. Klin. Wochenschr. 1897. S. 87.

²⁾ E. Tchudy, Ueber einen Fall von Doppelbildung der linken Niere mit Pyonephrose des einen Nierenbeckens — Harnleitersystems. Korrespondenz-Blatt f. Schweizer Aerzte. Jahrg. XXXII. 1902. S. 400 - 407.

waren auch ihre Ausführungsgänge; die obere Hälfte der Niere war sackförmig, von der Grösse einer Faust, die von einer Eitermasse ausgefüllt war. Der Durchmesser des betreffenden Ureters entsprach demjenigen des Dünndarms.

Die älteren Autoren berichten über einige Fälle von Vermehrung der Zahl der Nieren im Organismus. So beschreibt Blasius¹⁾ eine Leiche, welche drei Nieren besass (auf der einen Seite befand sich eine, auf der anderen zwei Nieren); Rhodius, Fallopi hatten ebenfalls Gelegenheit, drei Nieren bei einem Individuum zu konstatieren.

Gavard beobachtete dieselbe Anomalie; dabei fanden sich zwei Nieren an der gewöhnlichen Stelle, die dritte Niere lag vor der Wirbelsäule. Dulaurent will vier und Molinetti fünf Nieren bei einem Individuum beobachtet haben.

Allein alle diese Fälle scheinen nicht genau und nicht ausführlich genug beschrieben zu sein, so glaubt man, dass das Vorkommen dieser Anomalien nicht sicher genug bewiesen ist (Sappey²⁾, Strube³⁾).

Somit kehren wir zu unserem Präparat zurück.

Sollte man die von uns beschriebene Anomalie nicht gut als Doppelniere betrachten können, so müsste man doch zugeben, dass es keine einfache Lappenteilung war — die Lage, die Grösse sowie die Form (s. oben die Beschreibung) der rechten Niere weisen darauf hin, dass nur der obere grössere Teil dieses Organs der linken Niere entspricht, hingegen ist der untere kleinere Abschnitt als eine Zugabe zu betrachten. Dieser Abschnitt besitzt ein besonderes Becken, einen Ureter und besondere Gefässe.

Interessant ist in unserem Fall auch die grosse Zahl der Blutgefässe, welche die rechte Niere empfängt.

Obschon man bei den Nierenanomalien eine Vermehrung der Zahl der Nierengefässe gewöhnlich zu beobachten Gelegenheit hat, allein in unserem Fall ist die Zahl der Arterien, besonders diejenige der

¹⁾ Diesen sowie die folgenden Fälle citieren wir nach Martin Saint-Ange, *Mémoire sur les Vices de conformation du rein*. Ann. des sciences natur. T. XIX. Paris 1830.

²⁾ Ph. C. Sappey, *Traite d'anatomie descriptive*. T. IV. 1889. p. 481.

³⁾ G. Strube, *Ueber congenitale Lage- und Bildungsanomalien der Nieren*. Arch. f. path. Anat. Bd. 137. 1894. S. 227—264.

Venen (4 Arterien und 6 Venen) sehr bedeutend, was wohl äusserst selten vorkommt.

II. Die Leiche eines jungen Mannes.

Die *linke Niere* liegt entsprechend der normalen Niere, hat eine normale Form, einen Ureter und eine Arteria, sowie eine Vena renalis.

Die *rechte Niere* liegt bedeutend tiefer, in der Höhe des dritten und vierten Lendenwirbels und erstreckt sich in die Gegend des fünften Wirbels.

Der mediale Nierenrand grenzt an die Vena cava inferior, die untere Hälfte des Organs ruht in der Fossa iliaca interna, auf dem Musculus iliacus internus und auf dem Musculus psoas major gelagert; von vorne wird sie vom Blinddarm und dem Colon ascendens bedeckt.

Die Niere stellt ein abgerundetes, von vorne nach hinten abgeplattetes Gebilde dar; die Länge des Organs beträgt 7,5 cm; die maximale Dicke 4 cm; medial ist der untere Rand bis auf 1,5 cm verdünnt. Die vordere Fläche ist convex mit Vertiefungen (Einbuchtungen) für den Ein- und Austritt der Blutgefässe und die Ausführwege der Niere bestimmt, ausserdem sind auf dieser Fläche Furchen vorhanden, in welchen die Anastomosen der Nierenvenen verlaufen. (Tafel XV, Abb. 2.)

Die hintere Fläche ist concav; ungefähr im Centrum (dem oberen Rande nahe) derselben befindet sich eine Vertiefung, welche für eine der Nierenarterien und die sie begleitende Vene bestimmt ist.

Die Ausführwege sind eigentümlich aufgebaut. Auf der vorderen Nierenfläche liegt vollständig entblösst nicht nur das Nierenbecken, sondern auch die beiden grossen Nierenkelche (calices renales majores); daneben sind wiederum zwei kleinere Nierenkelche (calices renales minores), aus welchen sich der Calix renalis major superior bildet, sichtbar.

Jeder von den zwei erwähnten kleinen Nierenkelchen tritt aus einer besonderen Vertiefung hervor (dasselbst treten die Blutgefässe, s. unten), dann verlaufen beide nach abwärts, und mit einander vereinigt, bilden sie den grossen oberen Nierenkelch, dessen Länge 2 cm beträgt; dieser letztere grenzt (sowie die ihn bildenden kleinen Kelche)

an die vordere Nierenfläche, sein Verlauf richtet sich nach abwärts und medial.

Der untere grosse Kelch tritt aus einer grossen Vertiefung (Einbuchtung), welche sich ebenfalls auf der vorderen Nierenfläche befindet (dem unteren Rande nahe), seine kleinen Kelche sind tief gelagert. Dieser grosse Kelch ist kürzer (seine Länge beträgt nicht einmal 1 cm), der D. ist fast um das zweifache kleiner als derjenige des oberen Kelches, er mündet in die hintere Wand des letzteren, einen spitzen Winkel bildend.

Das Nierenbecken scheint die Fortsetzung des grossen oberen Kelches zu sein. Es grenzt teilweise an die vordere Nierenfläche, teilweise ruht es auf dem *Musculus psoas major*, durch Zellgewebe und die Muskelfascie vom letzteren getrennt.

Das Nierenbecken nimmt an Grösse nach und nach zu (in der Richtung von der Niere zur Harnblase); am Anfang (an der Stelle der Vereinigung der grossen Kelche) beträgt sein D 12 mm, am Endteile 18 mm; bald darauf verkleinert sich der D auf einmal bis auf 5 mm — das ist die Uebergangsstelle des Nierenbeckens in den Ureter.

Der Anfangsteil des Ureters ist um 1 cm von der Teilungsstelle der *Arteria iliaca communis dextra* in ihre zwei Zweige entfernt; ferner kreuzt der Ureter den Anfangsteil der *Arteria iliaca externa dextra* und richtet sich wie gewöhnlich zum Fundus der Harnblase.

Die rechte Niere empfängt zwei Arterien, welche fast nebeneinander aus dem Anfangsteil der *Arteria iliaca communis dextra* entspringen. *Arteria renalis I* ($D = 5$ mm) tritt aus der *Arteria iliaca communis dextra*, ihr Verlauf geht horizontal nach der rechten Seite, nach vorn von der *Vena cava inferior*, dann zwischen der letzteren und der Niere gelagert, grenzt sie dicht an die hintere Nierenfläche und tritt daselbst in eine besondere Vertiefung.

Arteria renalis II ($D = 4$ mm) geht zuerst nach abwärts, grenzt vorn an den Anfangsteil der *Arteria iliaca communis dextra*, dann richtet sie sich bogenförmig nach rechts und tritt in die Vertiefung, welche sich auf der vorderen Nierenfläche befindet.

Ihre Zweige umschlingen den oberen grossen Nierenkelch an derjenigen Stelle, wo er sich aus dem kleinen Kelche bildet.

Was die Venen anlangt, so sind deren drei vorhanden.

Vena renalis dextra 1 ($D = 6$ mm) setzt sich aus Zweigen zusammen, welche samt dem oberen kleinen Kelche aus den Vertiefungen der vorderen Nierenfläche hervortreten, und mündet in die Vena cava inferior in der Höhe des Knorpels, welcher sich zwischen dem zweiten und dritten Lendenwirbel befindet.

Vena renalis dextra 2 ($D = 4$ mm) tritt mit der Art. renalis I aus der Vertiefung, welche sich auf der hinteren Nierenfläche befindet, und mündet in die Vena cava inferior in der Höhe der Teilungsstelle der Aorta.

Vena renalis dextra 3 ($D = 5$ mm) tritt aus der unteren Vertiefung der vorderen Nierenfläche; ihre Zweige gehen Anastomosen mit der Vena renalis dextra I auf der vorderen Nierenfläche ein (die Anastomosen verlaufen in besonderen Furchen); diese Vene begleitet (s. oben) die Nierenarterie, kreuzt von vorn die Arteria iliaca communis dextra und mündet in den Endabschnitt der Vena iliaca communis sinistra.

Die rechte Nebenniere liegt in der Höhe des zwölften Brustwirbels.

Fälle von Verlagerung der einen bei normalem Standort der anderen Niere kommen im allgemeinen nicht selten vor.

W. Gruber ¹⁾, welcher nicht weniger als 14 Fälle von verschiedenen Nierenanomalien veröffentlichte, beschrieb sechs Fälle von tiefer Lage der linken und fünf Fälle der rechten Niere.

Obwohl eine grosse Zahl von Beobachtungen auf diesem Gebiet gemacht worden ist, betont doch W. Gruber, dass Fälle von hochgradigen Anomalien (wo die Niere zum Teil oder gänzlich in der Pelvis major oder in der Pelvis minor herabgesunken ist) ziemlich selten vorkommen — er selbst soll während seiner 17 jährigen Thätigkeit nur fünf Fälle ²⁾ beobachtet haben.

¹⁾ Verzeichnis der 1844—1887 veröffentlichten Schriften von Dr. W. Gruber. St. Petersburg 1887.

²⁾ W. Gruber, Seltene Beobachtungen. IV. Tiefe Lage der rechten Niere. Arch. f. path. Anat. Bd. 32. 1865. S 111.

In einer seiner Abhandlungen¹⁾ beschreibt W. Gruber zwei neue Fälle von tiefer Lage der linken Niere und giebt da die ganze Litteratur, welche diese Frage betrifft, an.

Auf Grund dieser Beobachtungen zieht Gruber folgende Schlüsse: Die meisten der bekannten Fälle sind unvollständig untersucht, nur wenige Schriften sind mit Abbildungen versehen; deshalb ist eine jede neue Mitteilung sehr wünschenswert.

Mit Ausnahme eines einzigen Falles behielt die rechte Niere stets ihre gewöhnliche Lage.

Das Vorkommen der linken Niere im kleinen Becken fällt nicht selten mit verschiedenen Anomalien im Gebiet des Rectum und der Flexura sigmoidea zusammen. Die abnorme (linke) Niere ist selten von normaler Form. Der Hilus befindet sich öfters auf der vorderen Nierenfläche.

Es treten gewöhnlich in die (linke) Niere mehrere Arterien und Venen; es sind besonders viele Fälle citiert, wobei die Niere zwei Arterien empfing; die grösste Zahl der Gefässe, die man zu konstatieren Gelegenheit hatte, war fünf Arterien und drei Venen (ein Fall von Guigon) und vier Arterien, fünf Venen (ein Fall von Gruber).

Die linke Nebenniere liegt meistens an der gewöhnlichen Stelle, sie befindet sich somit in einiger Entfernung von der entsprechenden Niere.

Es werden dann von Gruber wiederum einige Fälle von tiefer Lage der Niere beschrieben; in einem dieser Fälle²⁾ lagen beide Nieren an abnormer Stelle; die linke Niere befand sich vor den unteren Lendenwirbeln und dem Promontorium, das rechte, abnorm vergrösserte Organ ($L = 18$ cm, $B = 8,4$ cm) erstreckte sich mit seinem unteren Ende in das Gebiet der Fossa iliaca dextra.

Endlich möchte ich noch auf die Abhandlung von Strube (l. c.) hinweisen. Der genannte Autor teilt neue Beobachtungen mit, welche er auf diesem Gebiete gemacht hat, ausserdem giebt er dann ein ausführliches Verzeichnis der Litteratur, welche diese Frage abhandelt.

¹⁾ W. Gruber, Ueber die tiefe Lage der linken Niere. Medic. Jahrbücher. XI. Bd. Wien 1866. S. 9—36.

²⁾ W. Gruber, Anat. Notizen. Tiefe Lage der linken Niere und Lage der congenital enorm vergrösserten rechten Niere mit ihrem unteren Viertel in der Fovea fasciae iliaca der Fossa iliaca dextra. Arch. f. path. Anat. Bd. 68. 1876. S. 276.

Er berichtet über 48 Fälle von tiefer Lage der linken Niere und über 16 Fälle der gleichen Anomalie auf der rechten Seite.¹⁾

Strube bestätigt die von W. Gruber oben gezogenen Schlüsse und fügt seinerseits einige interessante Thatsachen hinzu. So beweist er, dass bei abnormer Lage der Niere sehr häufig verschiedene Abnormitäten im Gebiete des Nierenbeckens zu konstatieren sind (so vereinigen sich z. B. die Nierenkelche direkt zum Ureter, ohne vorher ein Nierenbecken zu bilden); ferner sind Abnormitäten im Ban der Geschlechtsorgane, namentlich in ihren Ausführwegen vorhanden (Vas deferens, Uterus).

In dem von uns beobachteten Falle kommen fast alle charakteristischen Merkmale zu Gesicht, welche einer abnormen Lage der Niere entsprechen: die Form des Organs selbst, die Zahl der Blutgefässe, ihr tiefer Ursprung, die Lage des Hilus auf der vorderen Nierenfläche, schliesslich die charakteristische Beschaffenheit der Ausführwege.

Manche Autoren machen darauf aufmerksam, dass der Hilus einer derartigen Niere oft aus abgesonderten Vertiefungen besteht — aus den letzteren treten die Ausführwege, welche sich schliesslich zum Ureter vereinigen; sie werden zuweilen als selbständige Nierenbecken betrachtet.

Wir erklären diese Abnormität folgendermaassen: es giebt Faktoren (die uns vorläufig unbekannt sind), welche die Niere verhindern, ihre gewöhnliche Stelle zu erreichen, dabei üben sie auch eine bedeutende Wirkung auf die äussere Beschaffenheit des Organs: die Lippen (die vordere und die hintere) der Niere entwickeln sich dabei gar nicht, der Hilus als solcher ist nicht vorhanden; als Folge davon sehen wir vor uns einen weit geöffneten Grund des Sinus der Niere mit einzelnen Vertiefungen, aus welchen die kleinen und grossen Nierenkelche hervortreten; dass es Nierenkelche und keine selbständigen Nierenbecken sind, ist leicht ersichtlich: sobald wir einen derselben blosslegen, kommt eine Papille zum Vorschein.

¹⁾ Hier sind auch die Fälle von W. Gruber erwähnt.

Das gleiche gilt auch für unseren Fall: auf der vorderen Nierenfläche sieht man die kleinen entblössten Nierenkelche; aus dem Grund eines jeden ragen eine oder mehrere Papillen hervor.

St. Petersburg, Mai 1903.

Figuren-Erklärung.

Tafel XV.

Fig. 1. Die Nieren mit ihren Gefäßen, von vorne gesehen. Die rechte Nebenniere ist nicht abgebildet. Vergr. $\frac{1}{4}$.

a. = Aorta abdom. *c. inf.* = Vena cava inf. *s.* = Art. spermat. int. *u.* = Ureter. *I.—IV.* = Aa. renales. *1.—6.* = Vv. renales.

Fig. 2. Die rechte Niere mit ihren Gefäßen, von vorne gesehen. Vergr. $\frac{4}{5}$.

a. = Aorta abdomin. *ci.* = Vena cava inf. *ic.* = Art. iliaca com. d. *mi.* = Art. mes. inf. *p.* = Pelvis renal. *u.* = Ureter. *v.* = Vena iliaca com. sin. *I.—II.* = Aa. renales *1.—3* = Vv. renales.

Referate.

Retzius, Gustaf, *Weitere Beiträge zur Kenntnis der Spermien des Menschen und einiger Säugetiere. Ueber einen Spiralfaserapparat am Kopfe der Spermien der Selachier. Biologische Untersuchungen. Neue Folge. Fol. Jena, G. Fischer. Bd. X. Nr. 7 u. 8. 1902. 16 u. 4 S. Mit 4 Tafeln.*

Spermien nennt Retzius die Samenfäden nach Waldeyers Vorschlage. Der Kopf enthält nicht weit von seinem vorderen freien Ende ein mit Eisenalaun-Hämatoxylin dunkler sich färbendes Centralkörperchen. Das Mittelstück zeigt häufig Andeutungen einer Spiralhülle, doch war die Anwesenheit eines Spiralfadens nicht zu konstatieren. Besondere Aufmerksamkeit wurde den mannigfaltigen atypischen Formen der Spermien zugewendet, die keineswegs selten vorkommen. Es giebt solche mit Riesenköpfen und andererseits Zwergformen, ferner Spermien mit zwei Köpfen, andererseits mit zwei Schwänzen, solche mit Vacuolen im Kopfe, mit einem oder zwei proximalen Centralkörperchen, schliesslich ganz unregelmässige Formen. Untersucht wurden noch das Meerschweinchen, der Stier und die Katze. — Bei *Acanthias vulgaris* besitzt das freie Kopfende einen Spiess oder das Perforatorium von Waldeyer. Der Kopf hat die Form eines Narwalzahnes und ist in regelmässigen Spiraltouren von einer resistenteren Faser umwickelt. W. Krause.

Retzius, Gustaf, *Zur Frage der transitorischen Furchen des embryonalen Menschenhirns. Zur Kenntnis der Gehirnbasis und ihrer Ganglien beim Menschen. Biologische Untersuchungen. Neue Folge. Fol. Jena, G. Fischer. Bd. X. No. 9 u. 10. 1902. 2 u. 6 S. Mit 1 Tafel.*

Bei einem menschlichen Fötus von 5,2 cm Körperlänge, der durch Laparotomia einige Stunden vorher aus dem Uterus der Lebenden entfernt war, erschien die laterale Aussenfläche der Grosshirnoberfläche vollkommen glatt, ohne Furchen, mit Ausnahme einer flachen Fossa cerebri lateralis. Es ist daher mit Hochstetter anzunehmen, dass die früher oft beschriebenen Furchen der lateralen Aussenfläche nichts weiter sind als Kunstprodukte, die beim Erhärten des Gehirnes entstehen

können. — Am Tuber cinereum des Erwachsenen, zwischen den Tractus n. optici, dem Infundibulum und den Corpora mamillaria ragen kleine, von Retzius früher beschriebene, reihenweise angeordnete Höcker hervor, die aus Ganglienzellen und Neuroglia bestehen und daher auch als Nuclei bezeichnet werden. Den am meisten lateralwärts gelegenen kann man Nucleus extremus hypencephali nennen.

W. Krause.

Schultze, Oskar, *Atlas und Grundriss der topographischen und angewandten Anatomie.* 156 Seiten, 70 farbige Tafeln und 23 Textfiguren. München, J. F. Lehmanns Verlag, 1903. Mk. 16.—.

Der Verfasser ist bei der Abfassung des Werkes von praktischen Gesichtspunkten ausgegangen; er hat nicht die Absicht, eine vollständige topographische Anatomie zu liefern, er giebt vielmehr nur dasjenige, was mit Rücksicht auf die praktische Medizin nützlich und direkt brauchbar ist.

Es ist in hohem Maasse anerkennenswert, dass der Autor den Mut gehabt hat, sein Buch nach praktischen Gesichtspunkten zu verfassen und dies offen zu bekennen; er wird sich damit sicher den Dank zahlreicher Leser verdienen. Die Ausstattung des Buches ist die bekannte des Lehmannschen Verlags. Die Figuren sind zum grossen Teil farbig in Lithographie hergestellt. Der Preis ist mässig.

Fr. Kopsch.

Sobotta, J., *Atlas der descriptiven Anatomie des Menschen.* I. Abt. Knochen, Bänder und Muskeln. Mit 34 farbigen Tafeln und 257 Figuren. München, J. F. Lehmanns Verlag, 1904. Gebunden Mk. 20.—. Dazu:

— —, *Grundriss der descriptiven Anatomie des Menschen.* — Ein Handbuch zu jedem Atlas der descriptiven Anatomie mit besonderer Berücksichtigung und Verweisungen auf Sobottas Atlas der descriptiven Anatomie. I. Abt. Knochen, Bänder, Gelenke und Muskeln. 206 Seiten. München, J. F. Lehmanns Verlag, 1904. Geheftet Mk. 4.—.

Schon wieder erscheint ein neuer anatomischer Atlas! Er unterscheidet sich von seinen Vorgängern unter anderem dadurch, dass zu ihm ausser dem begleitenden Text im Atlas noch ein kurzes Lehrbuch gehört. Wir besitzen also jetzt in Deutschland eine ganze Stufenfolge anatomischer Atlanten, aus denen der Geschmack des Einzelnen sich das Zusagende aussuchen kann. Neben dem würdigen Werk von Toldt, dessen Figuren nach alter Weise nur mit Figurenbezeichnungen versehen sind, steht der Atlas von Spalteholz, in zeitgemässer Reproduktionsart, und mit

begleitendem Text versehen; an dritter Stelle tritt Sobottas Atlas mit Text und dazu gehörendem Compendium auf den Plan.

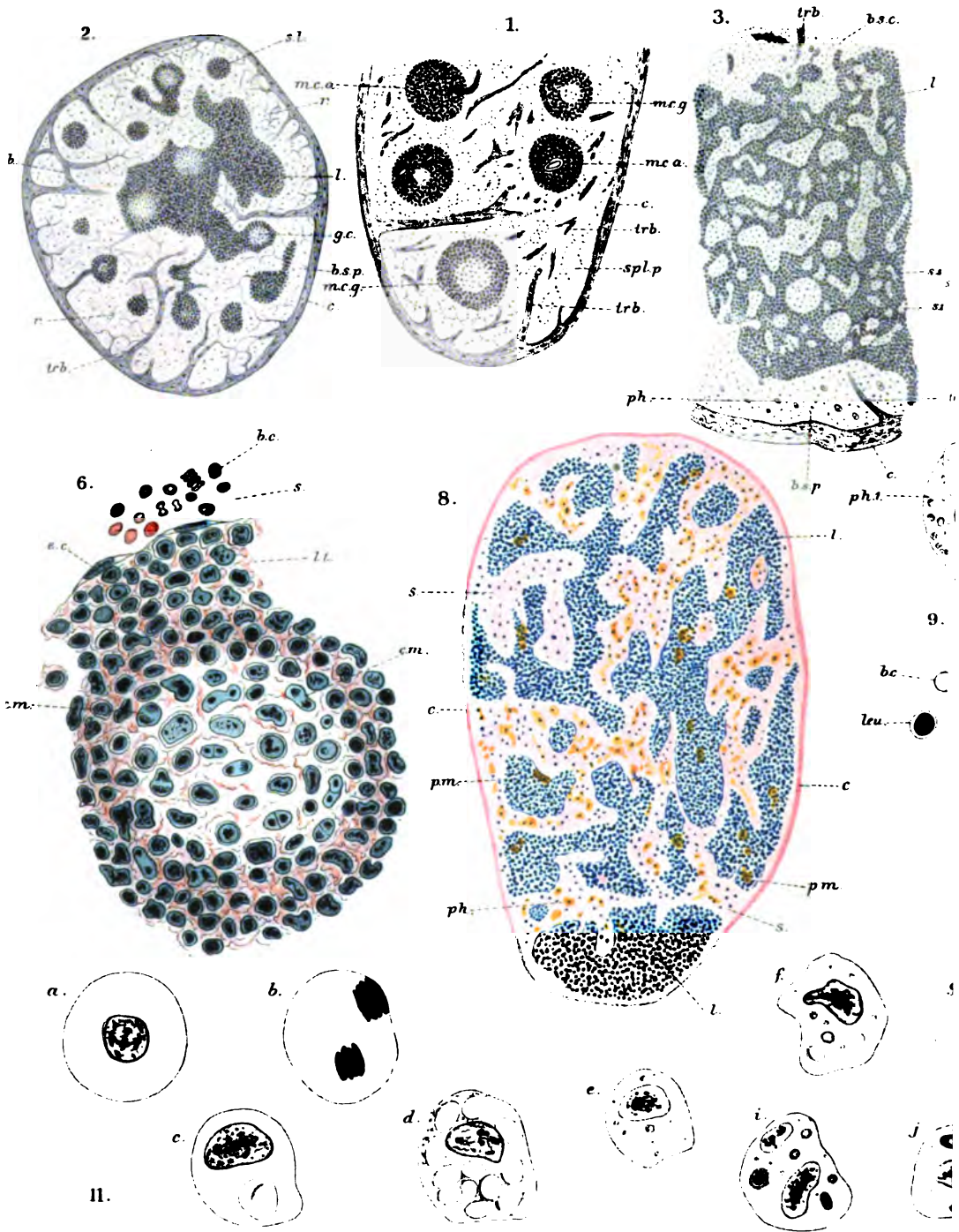
Sollte noch eine weitere Steigerung möglich sein!?

Gegen den begleitenden Text der Atlanten herrscht von alters her eine gewisse Abneigung der akademischen Lehrer. Sie ist wohl zum Teil hervorgerufen durch die Besorgnis, dass der Student sich desselben als Eselsbrücke bediene und auf das Durcharbeiten vollständiger systematischer Lehrbücher verzichte. Diese Besorgnis wird zerstreut durch die Erfahrungen, welche die Studierenden selber mit dem Text der Atlanten machen, und welche die Unbrauchbarkeit desselben beweisen. Bei der Osteologie, Syndesmologie und allenfalls auch noch der Myologie bilden Text und nebenstehende Abbildung ein einheitliches Ganzes. Bei den anderen Abschnitten aber ist weder eine geschlossene descriptive noch topographische Darstellung im Text zu erwarten. Hier lohnt die Lektüre der langen Figurenerklärung nicht die Mühe. Deshalb sollten die Autoren den Verlegern und den Käufern der Atlanten die Kosten des überflüssigen Textes sparen.

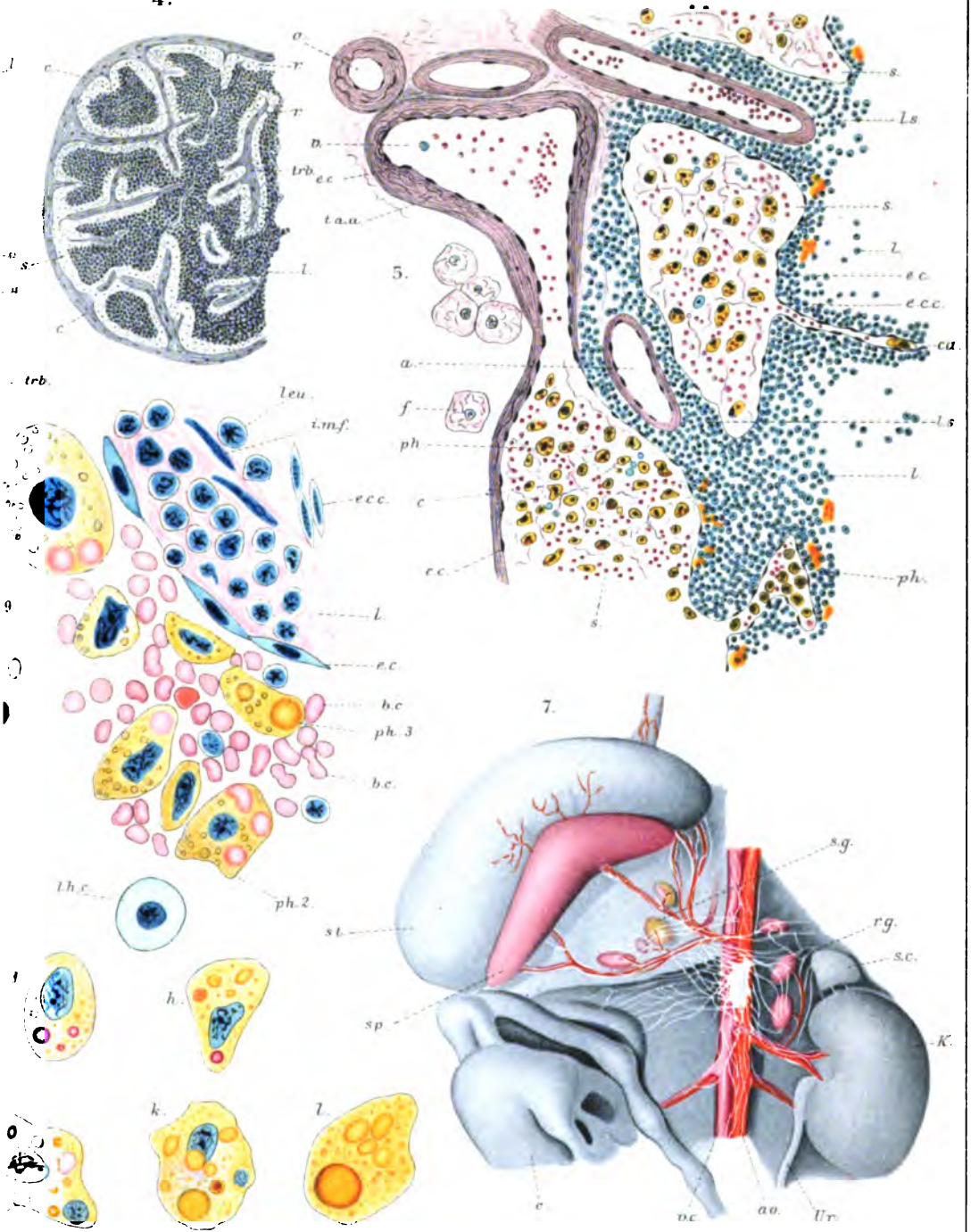
Abgesehen von diesen prinzipiellen Punkten, ist der Atlas von Sobotta in gleicher Weise wie sein Atlas der Histologie eine ausgezeichnete Leistung. Dies gilt vor allem von den Knochen und Bändern. Bei den Muskeln ist die Farbe nicht besonders glücklich gewählt, doch sind die Figuren übersichtlich.

Der Autor beschliesst die Vorrede mit dem Versprechen der schleunigen Fertigstellung des ganzen Werkes, indem er ausführt: „Der folgende zweite Band, für den die Mehrzahl der Abbildungen schon fertiggestellt ist, wird voraussichtlich im Frühjahr 1904 erscheinen; er wird die Eingeweide einschliesslich des Herzens behandeln. Der dritte Band, Gefäss- und Nervensystem, Haut und Sinnesorgane, wird dem zweiten bald folgen. Der Umstand, dass in wenig mehr als einem Jahre der erste Band mit 320 z. T. sehr grossen und schwierigen Abbildungen völlig fertiggestellt worden ist, zum zweiten Bande das Material zum grossen Teil fertig vorliegt, rechtfertigt die Erwartung, dass die Vollendung des Ganzen entgegen der langen Zeitdauer, in welcher die Teile der übrigen Atlanten der Anatomie erschienen, in kürzerer Frist zu erwarten ist.“

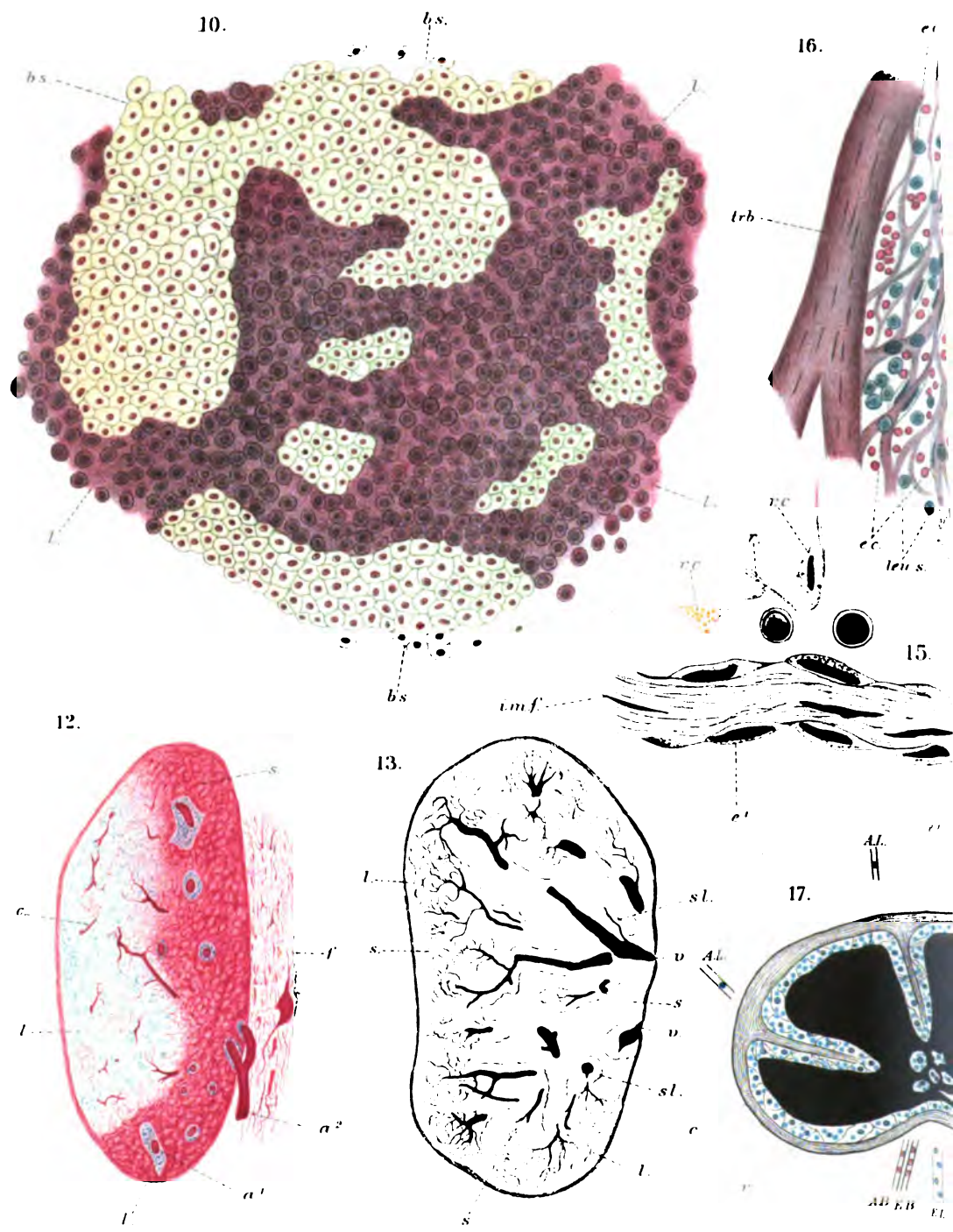
Fr. Kopsch.

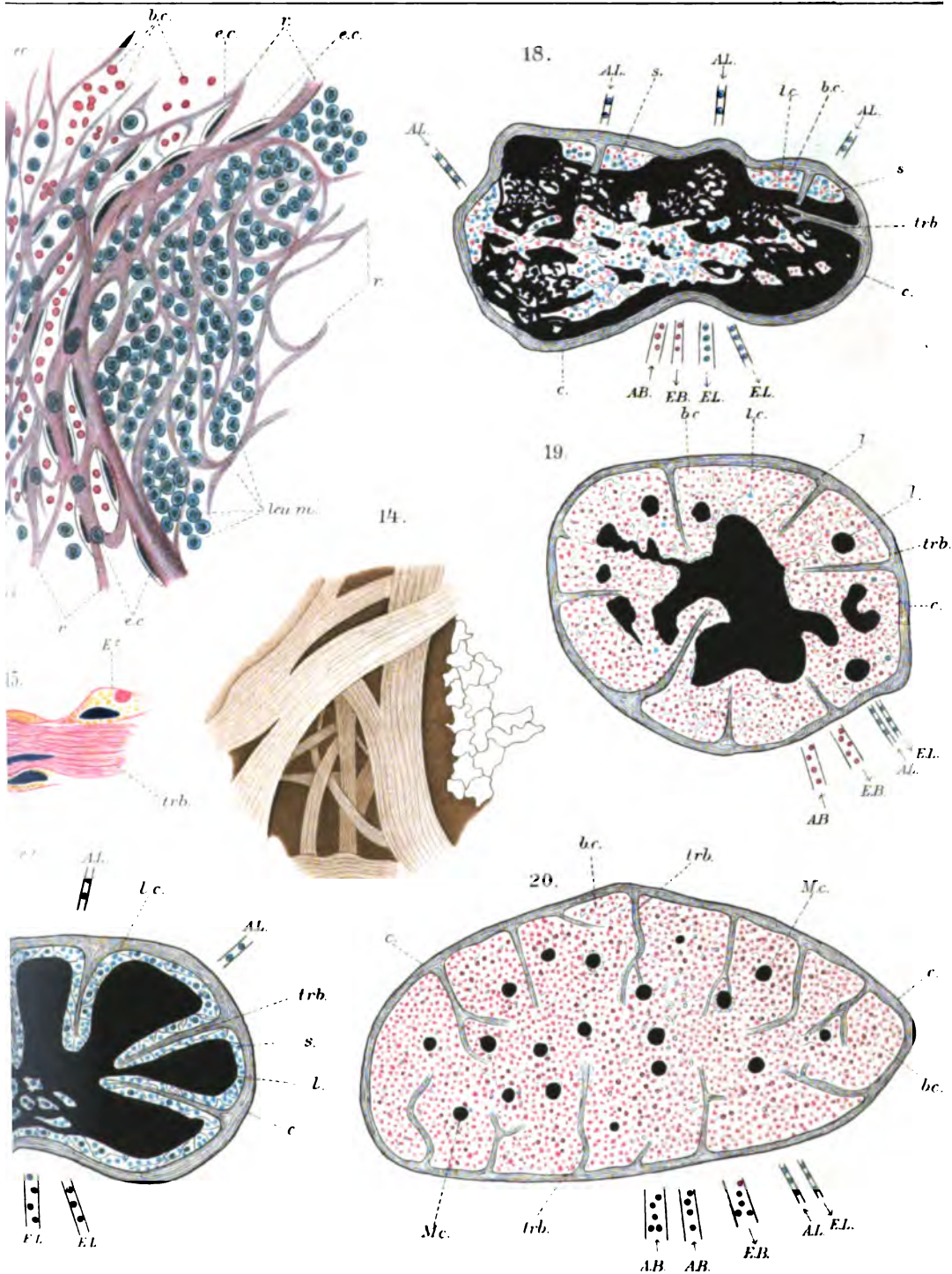


4.

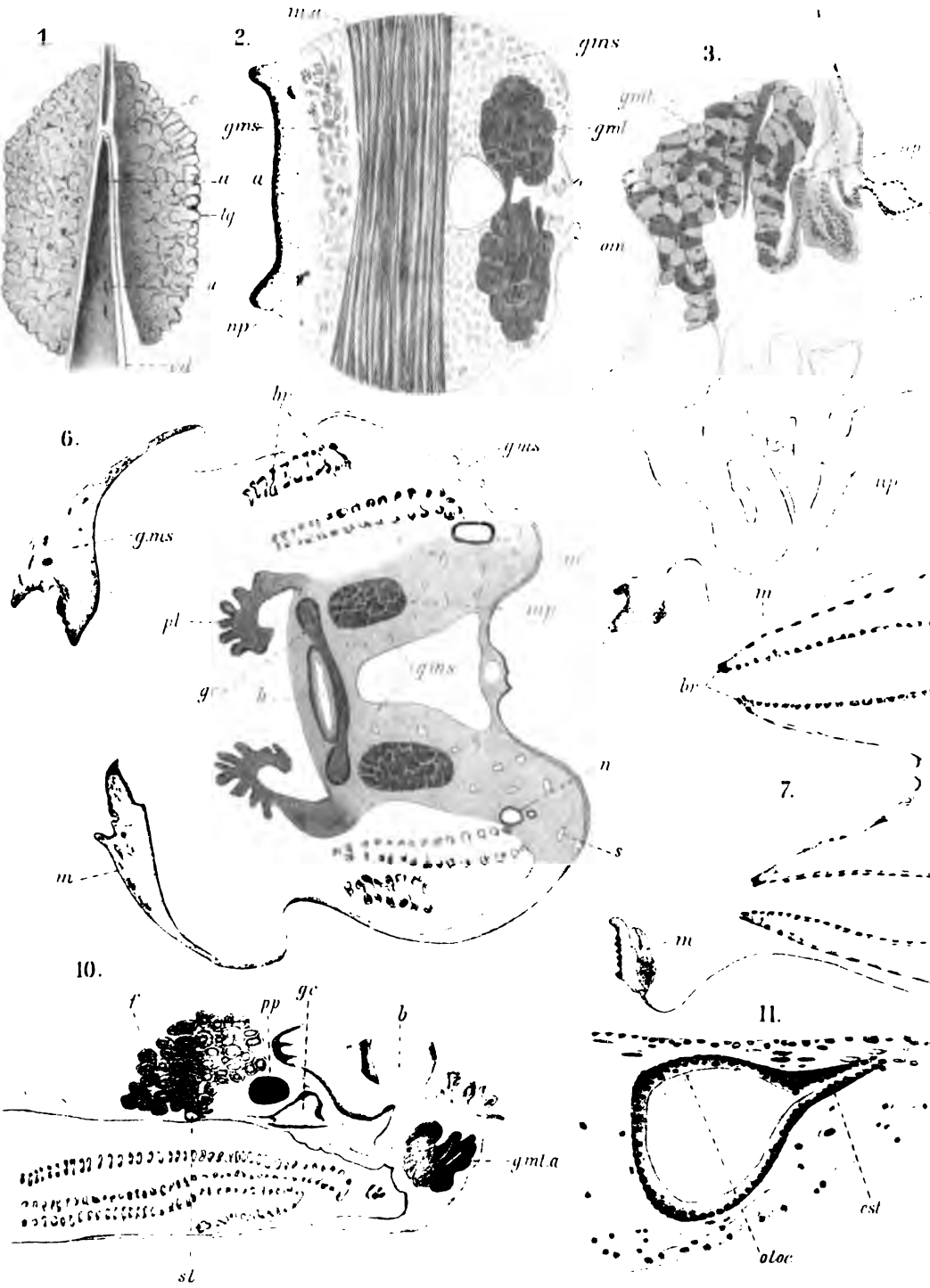


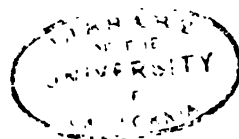


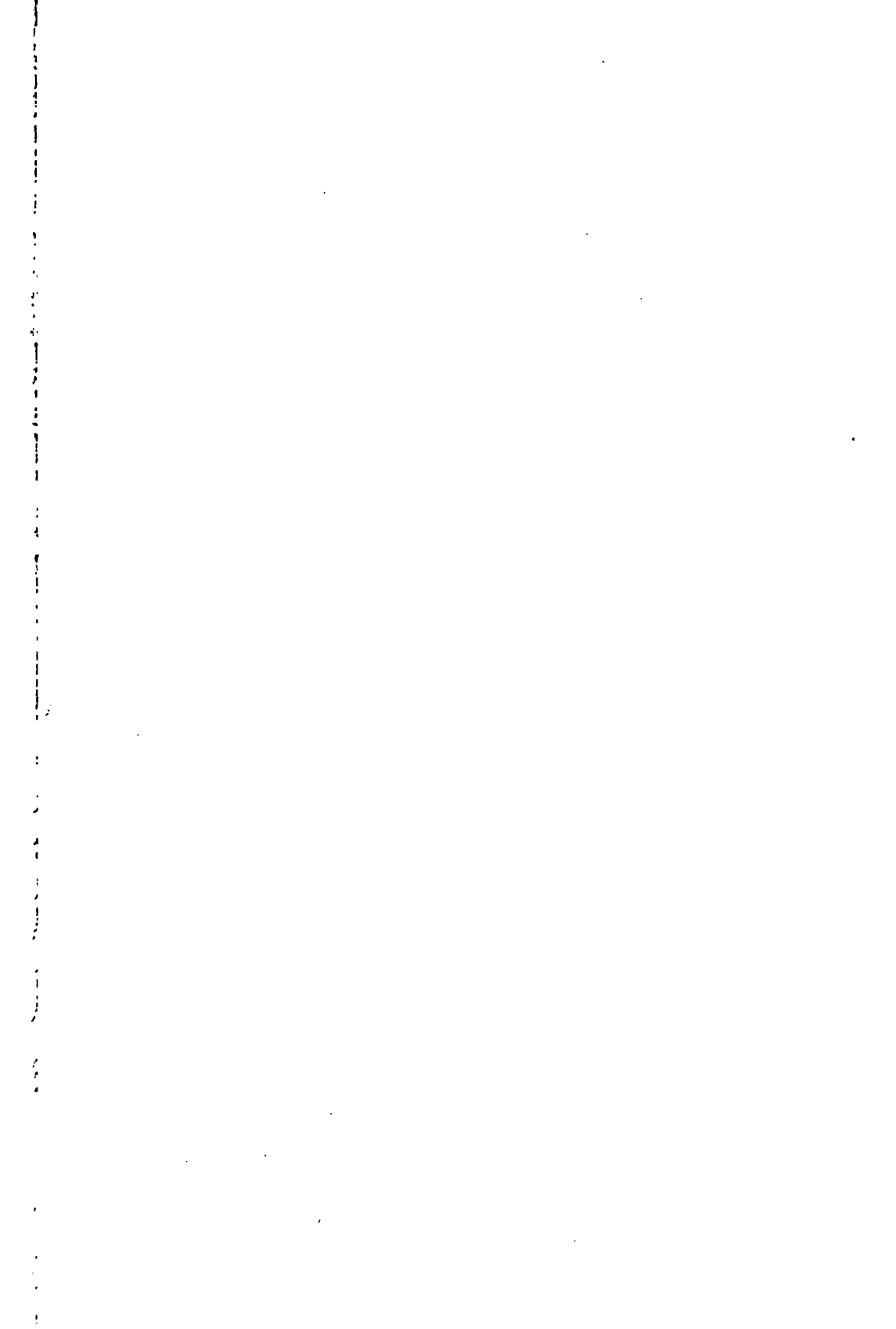


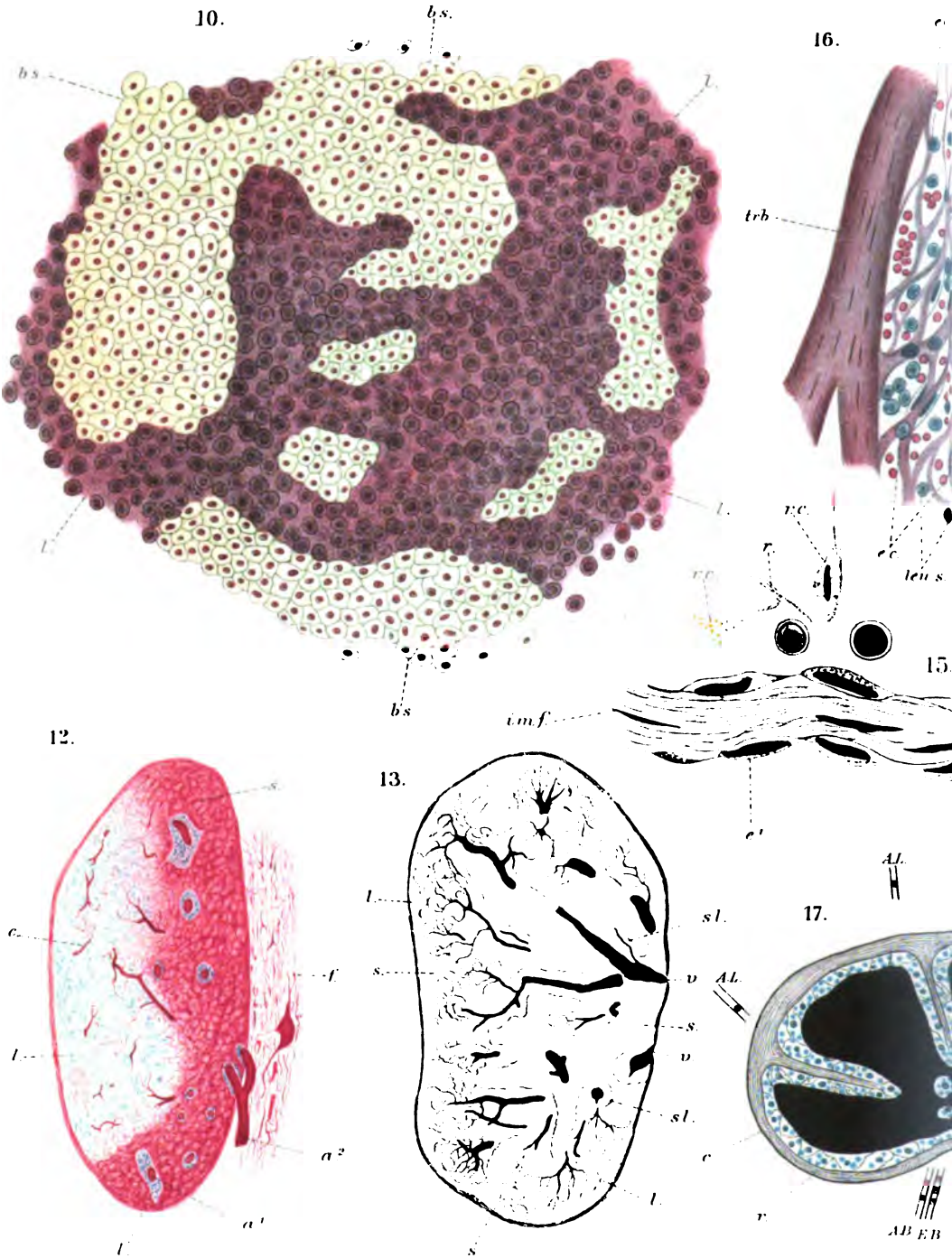


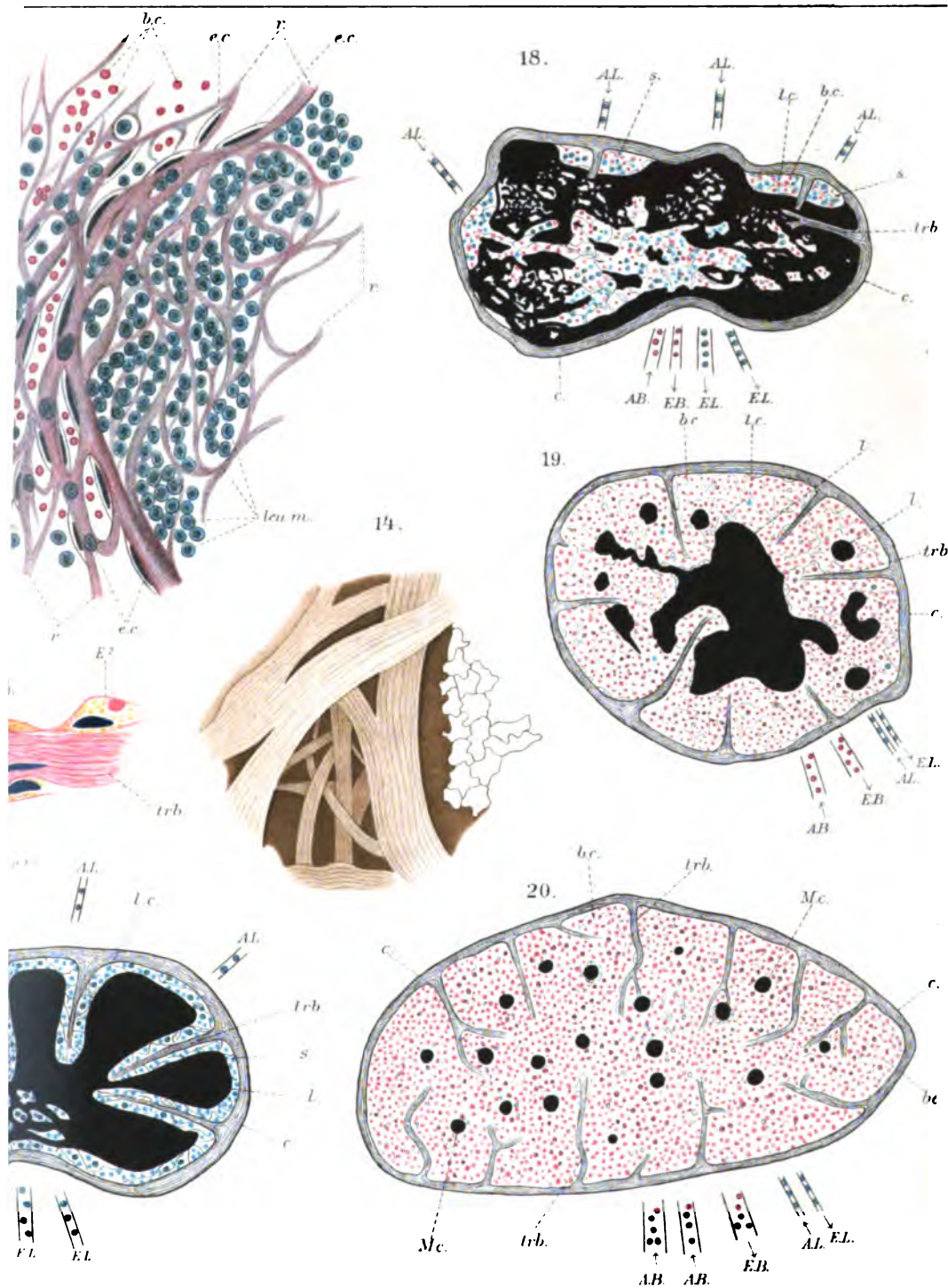
100

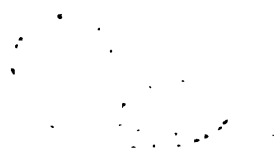


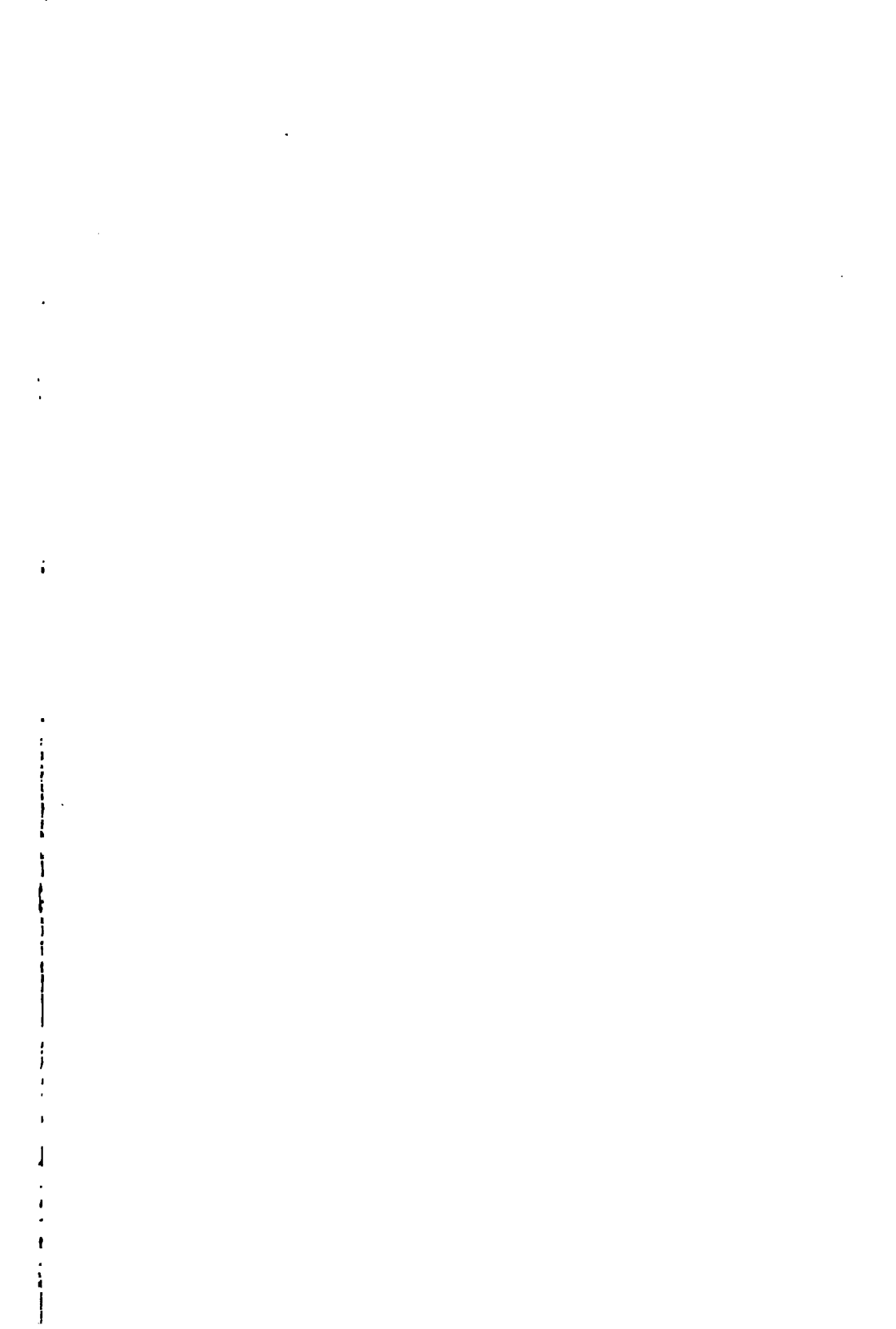


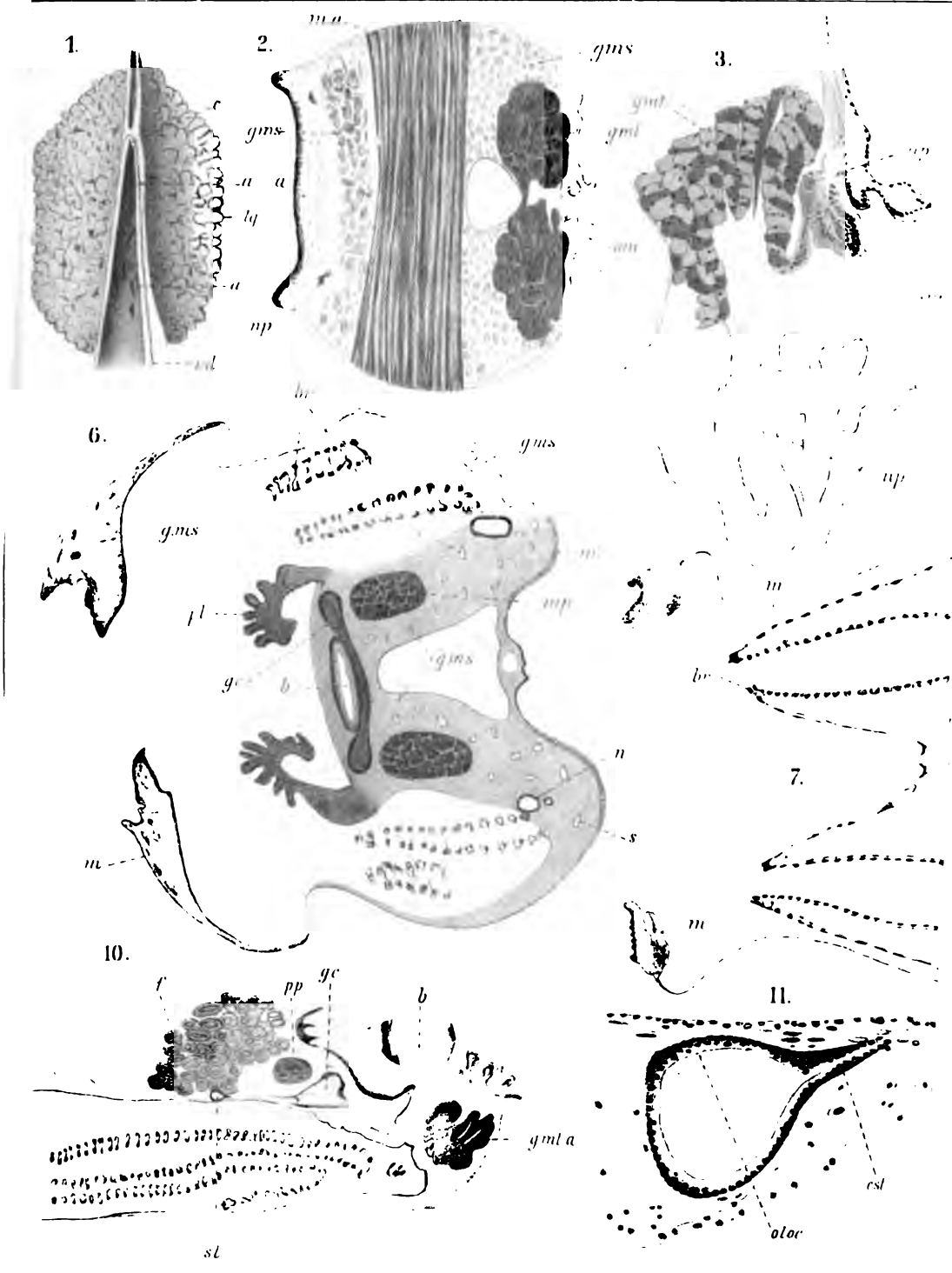


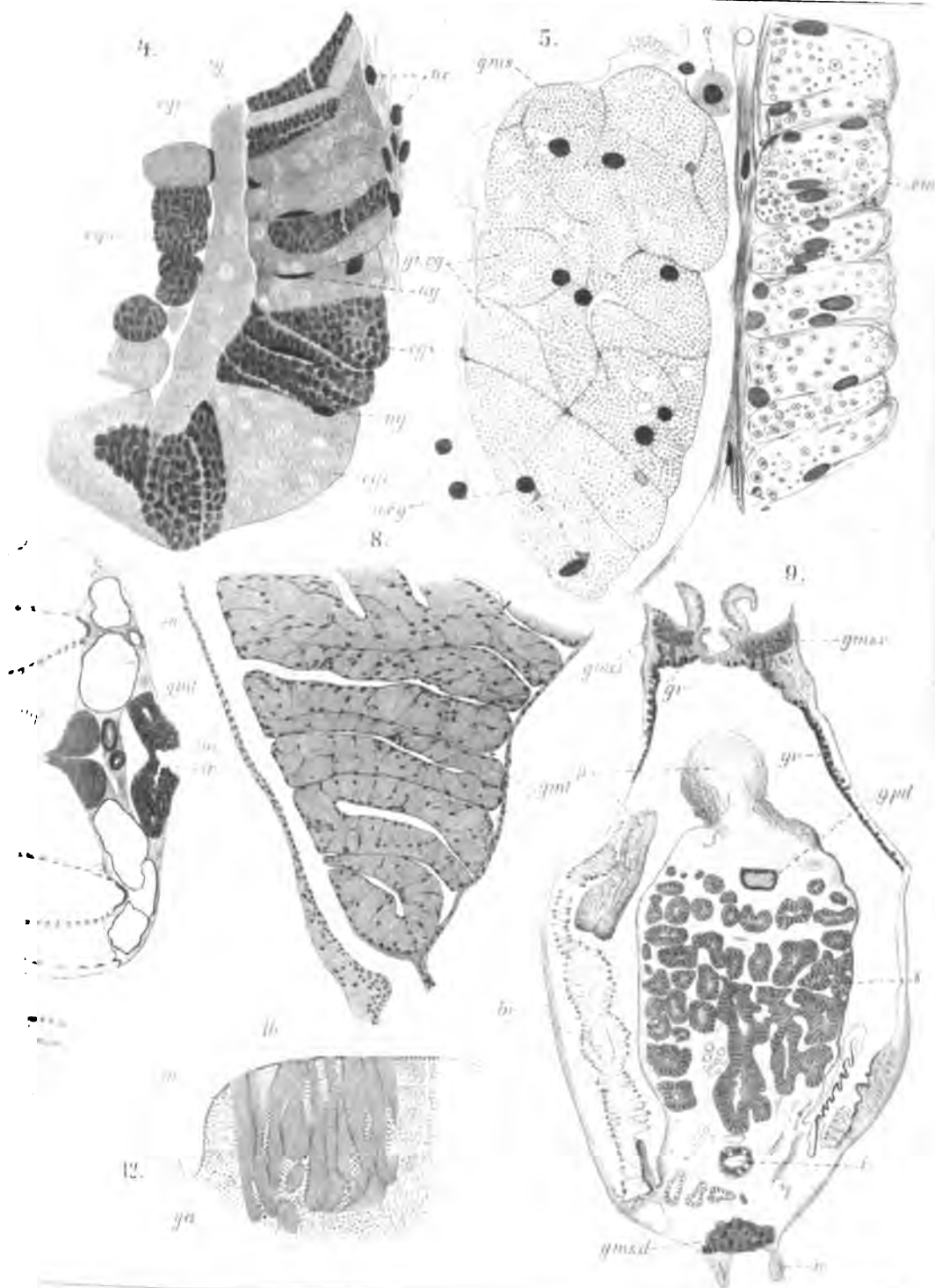


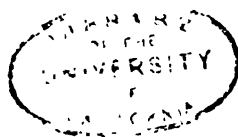


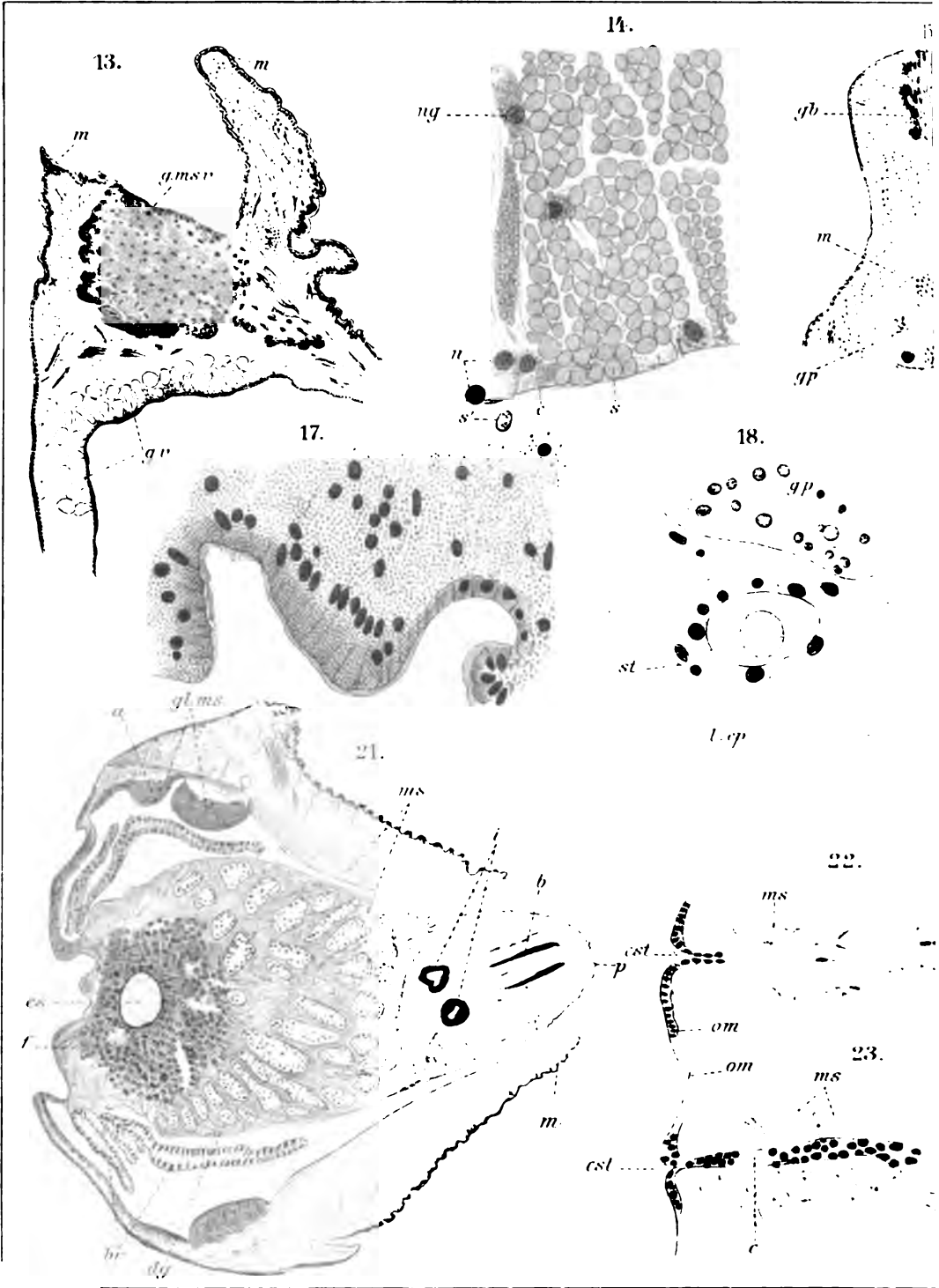








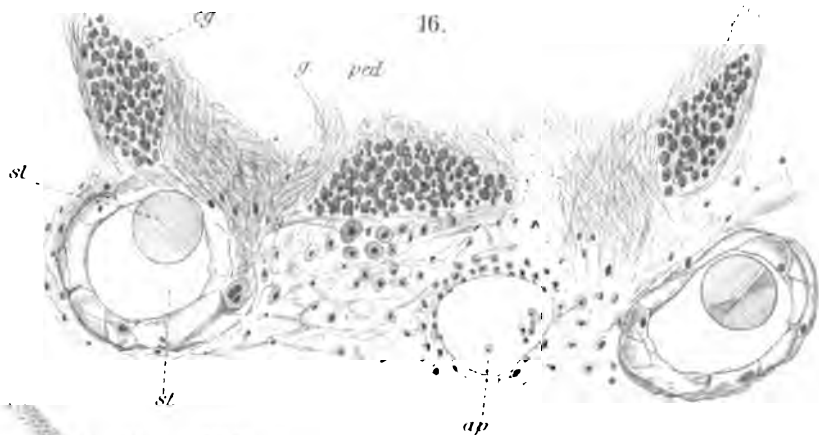




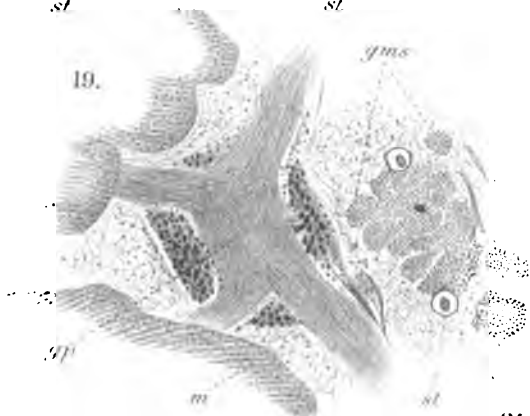
15.



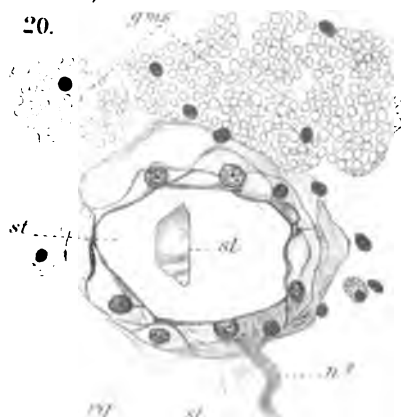
16.



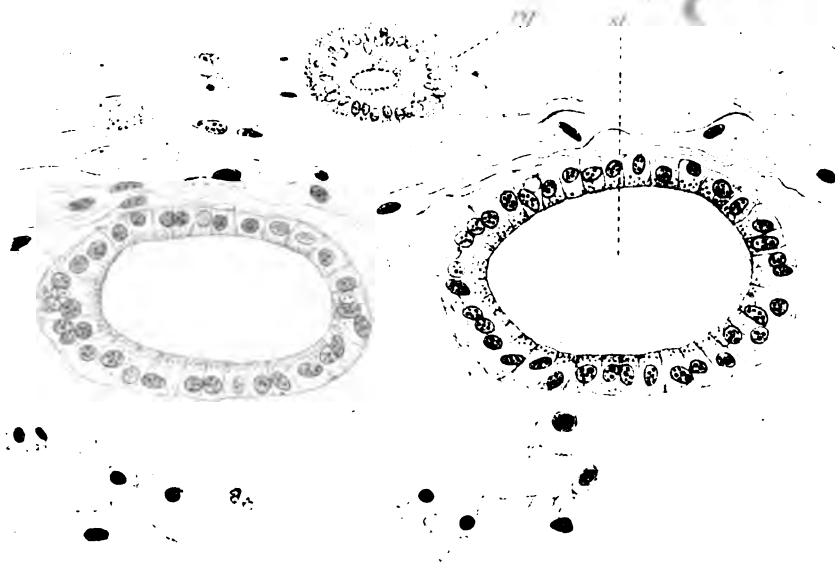
19.



20.

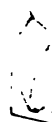


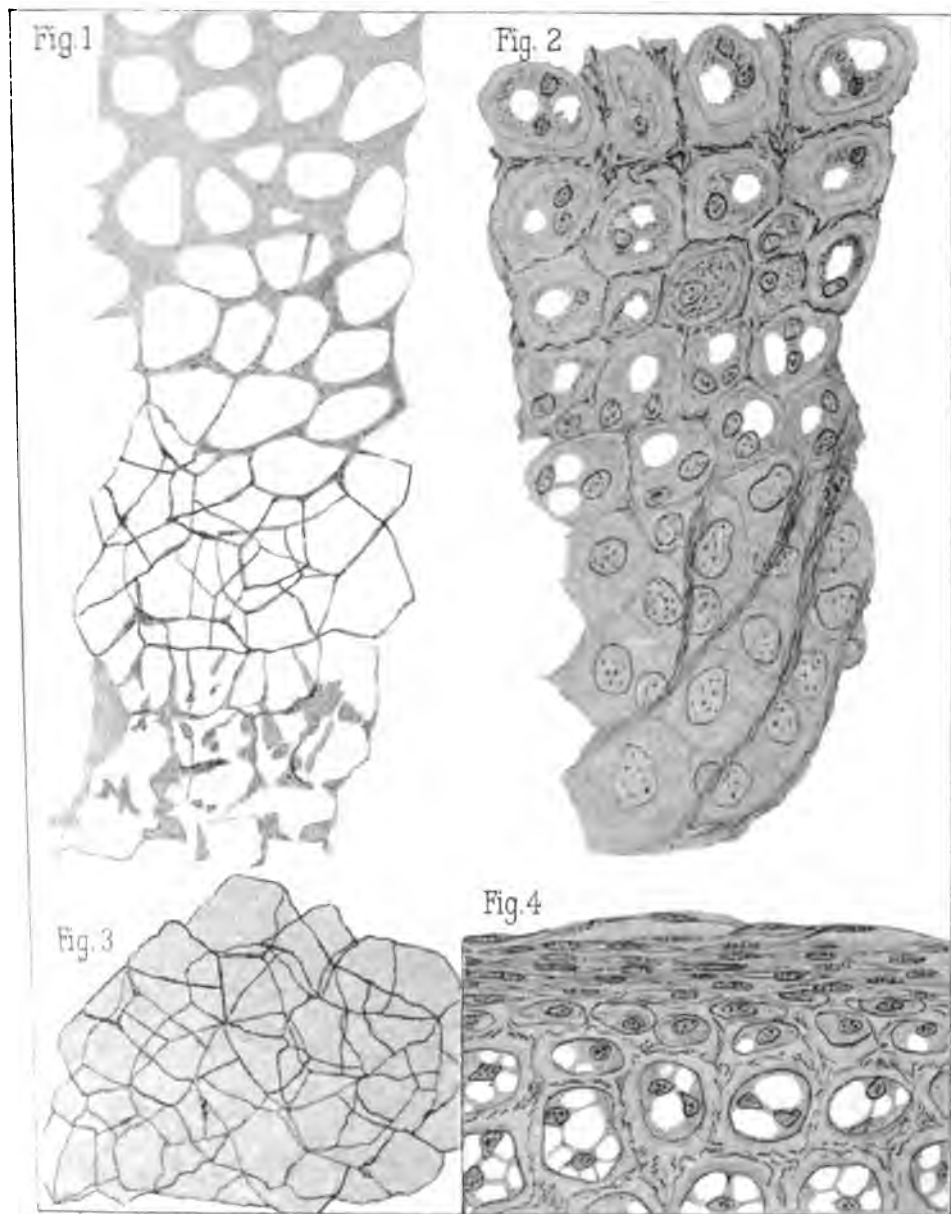
24.



Fig

F





Del pericondrio.

G. Volpino:

Fig.1.

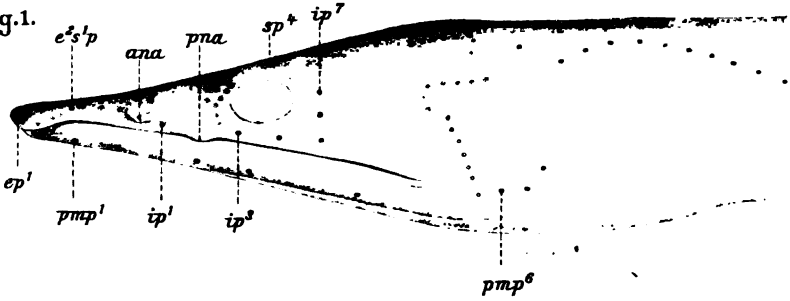


Fig.2.

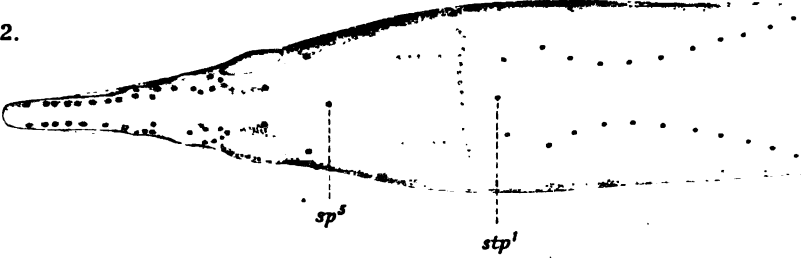
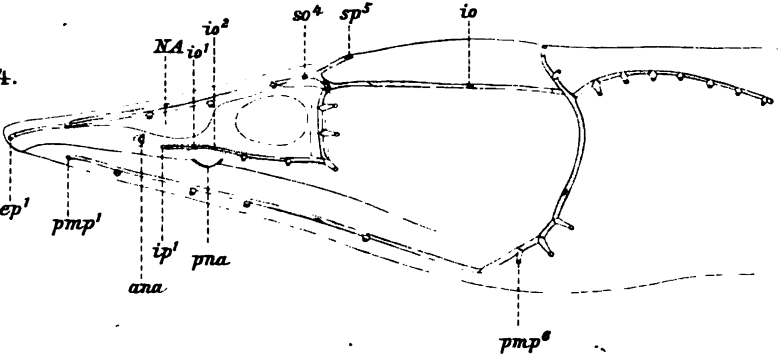


Fig.3.



Fig.4.



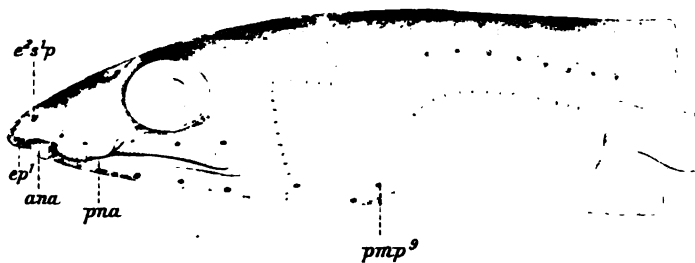


Fig. 5.

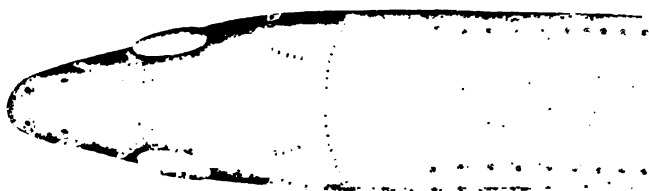


Fig. 6.



Fig. 7.

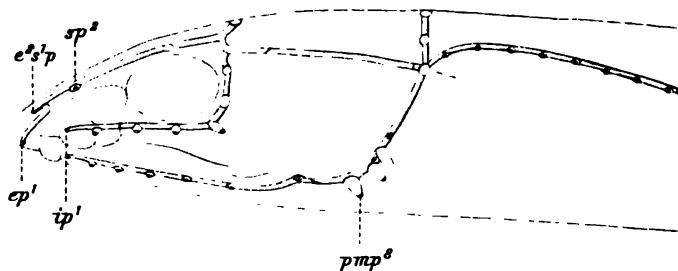


Fig. 8.

Fig.9.

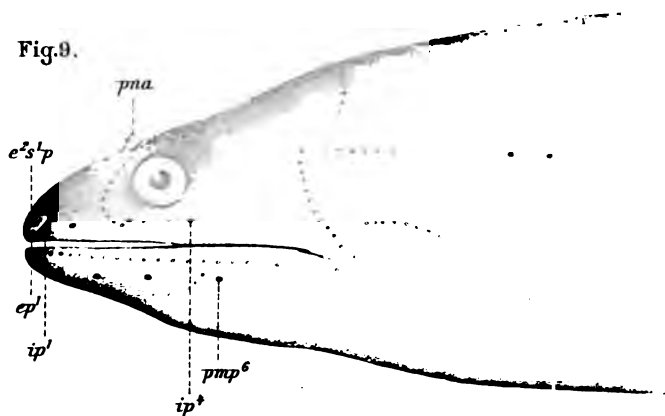


Fig.10.



Fig.11.

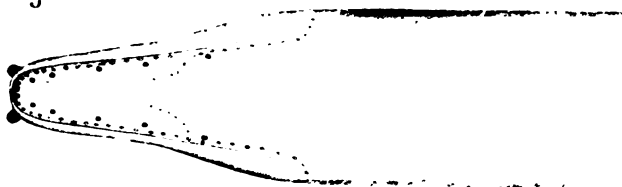
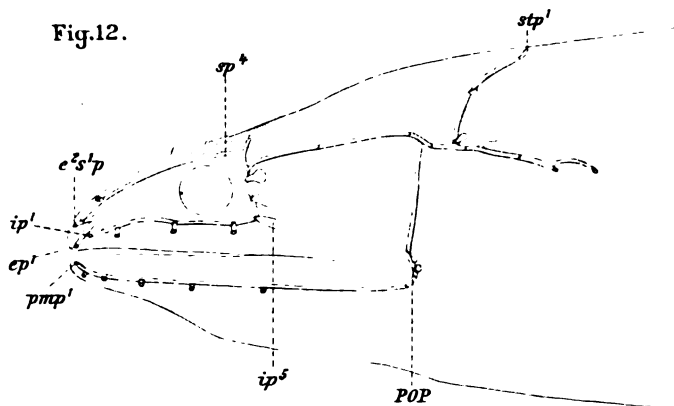


Fig.12.



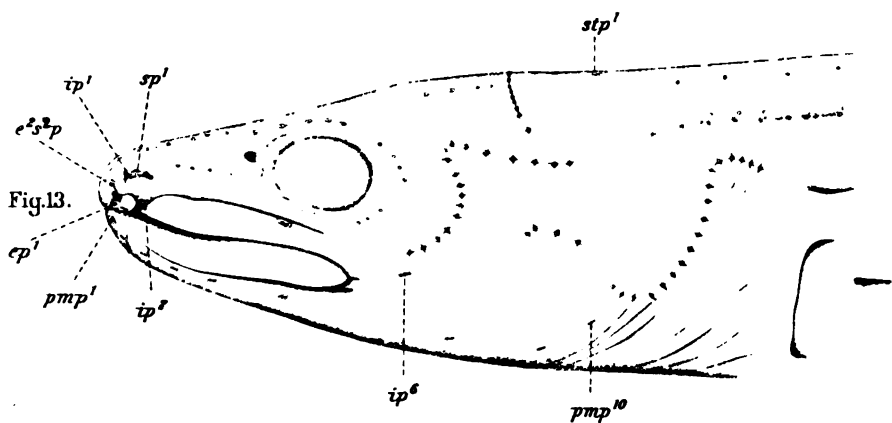


Fig.14.

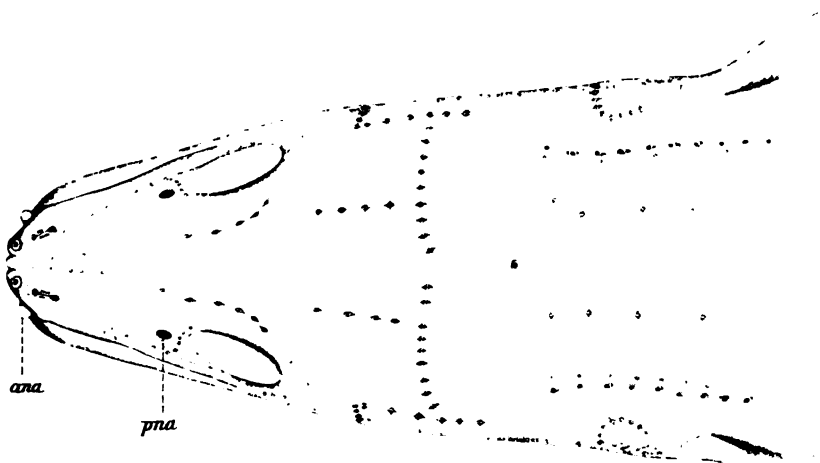
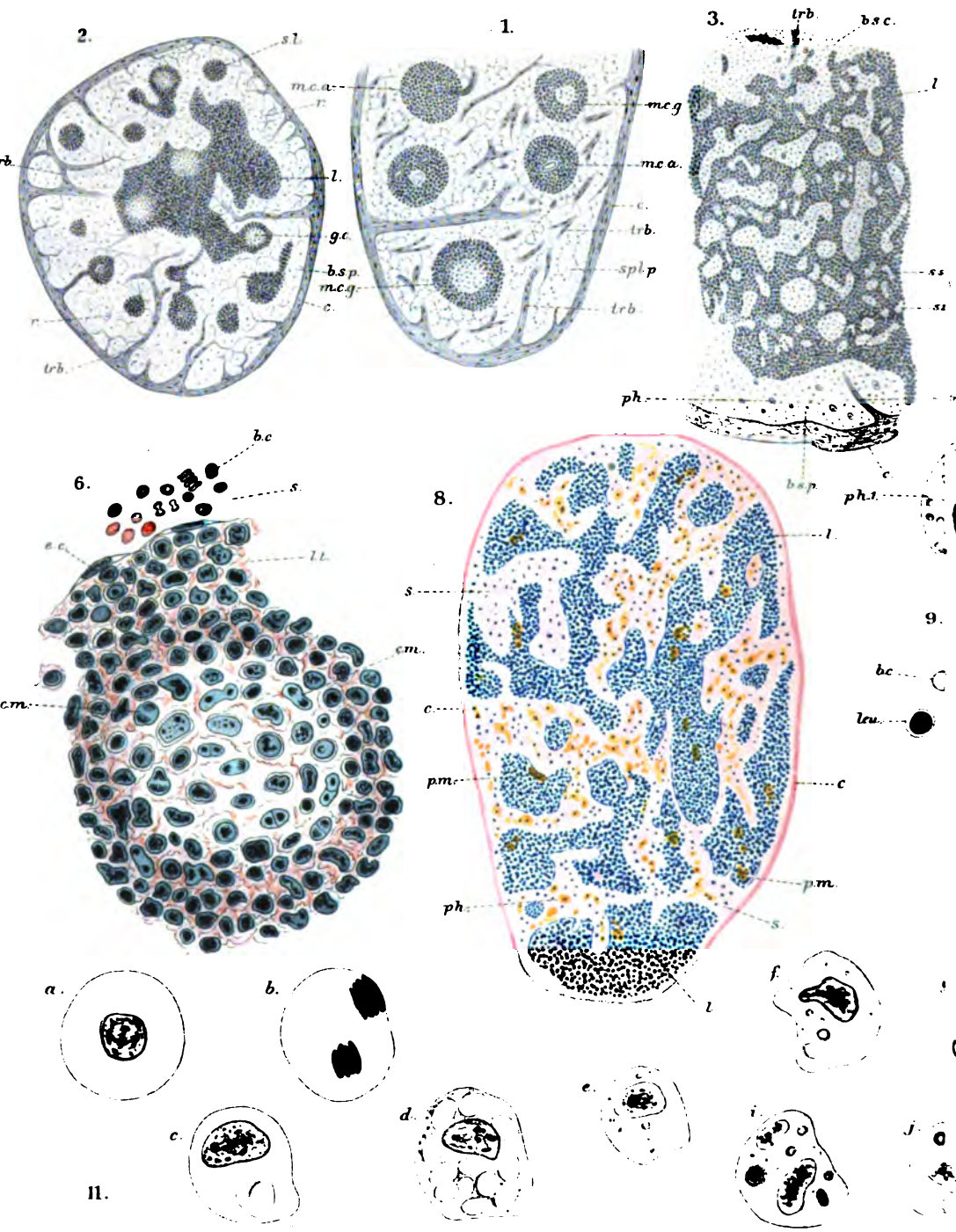
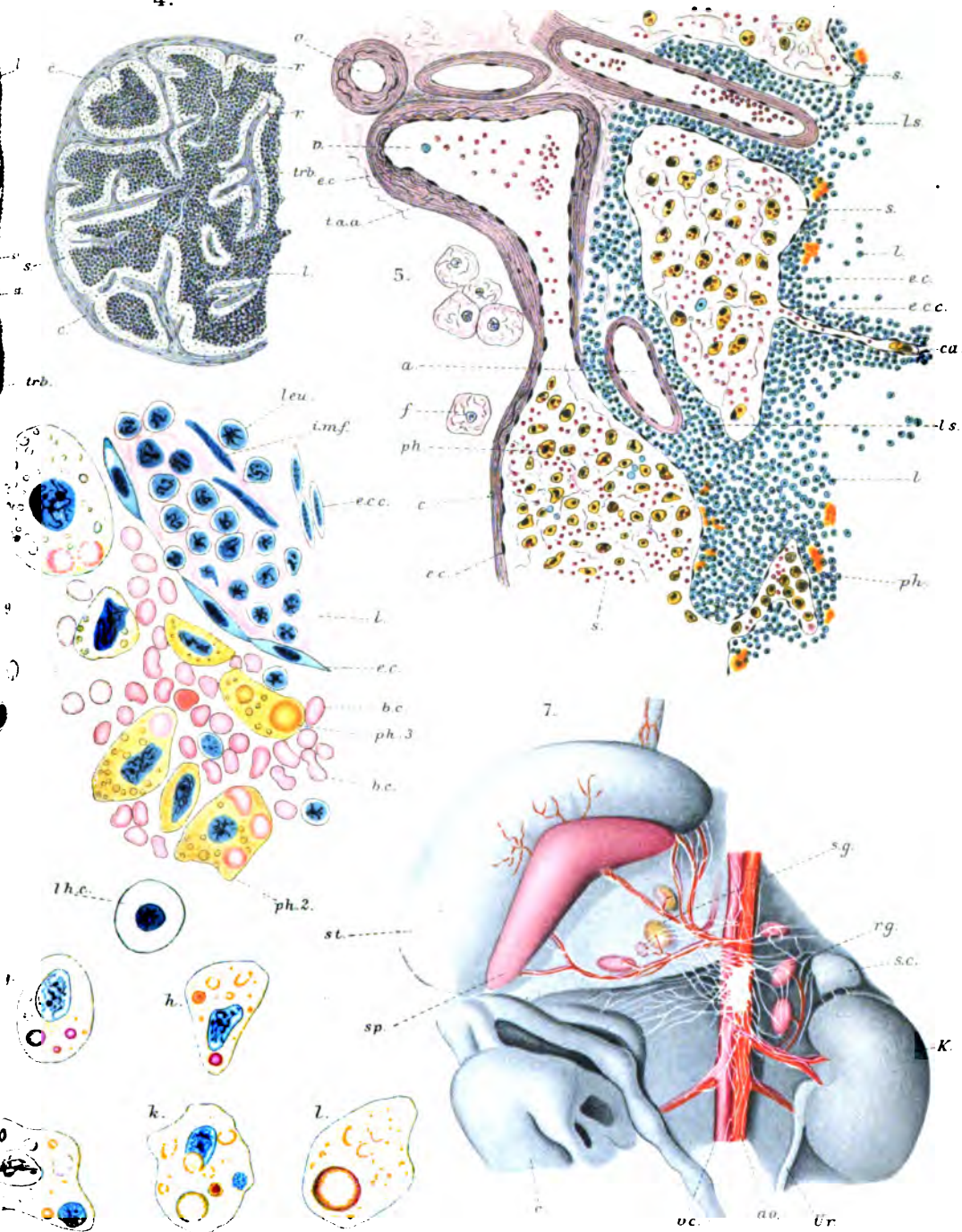


Fig.15.

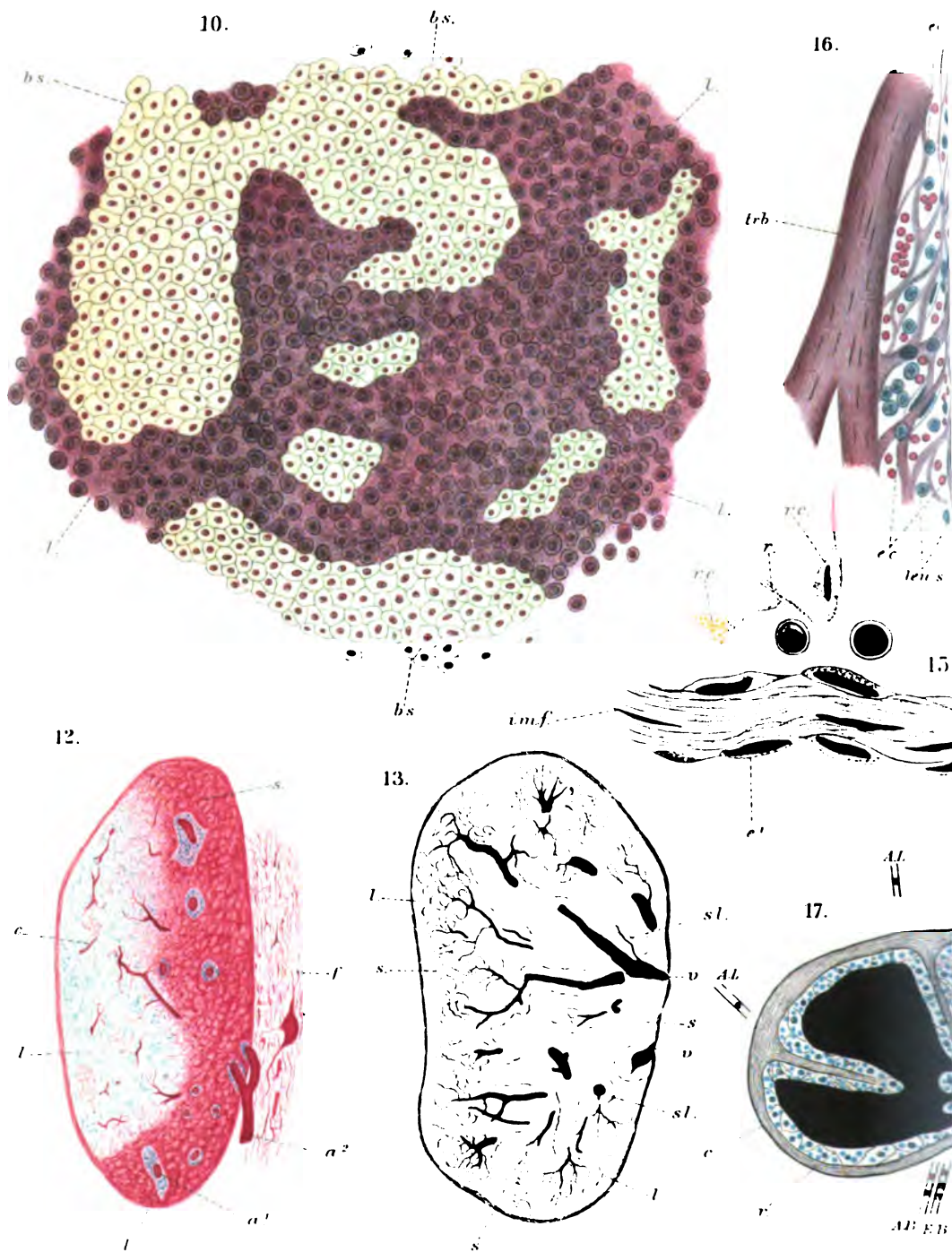


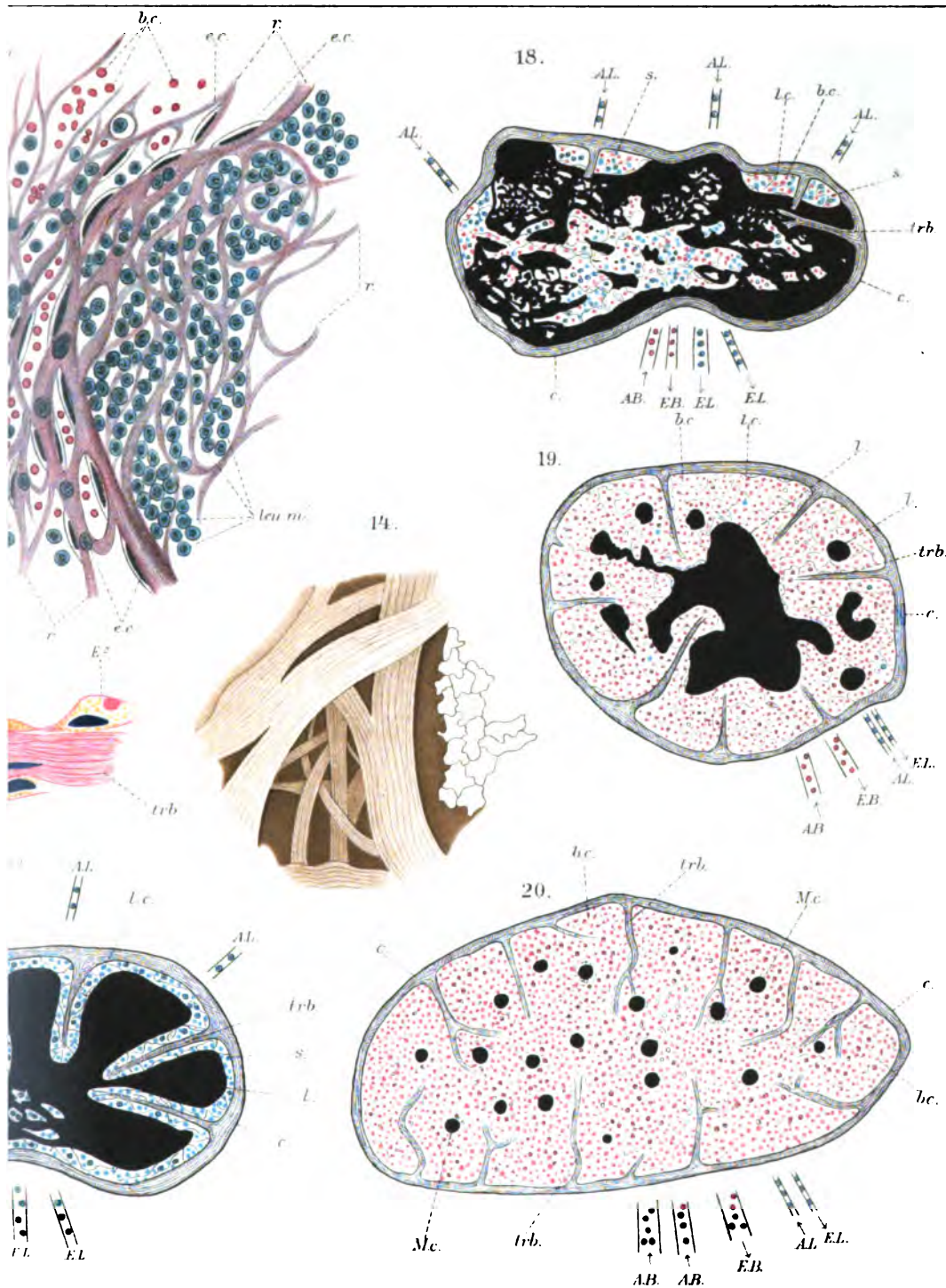


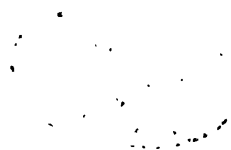
4.

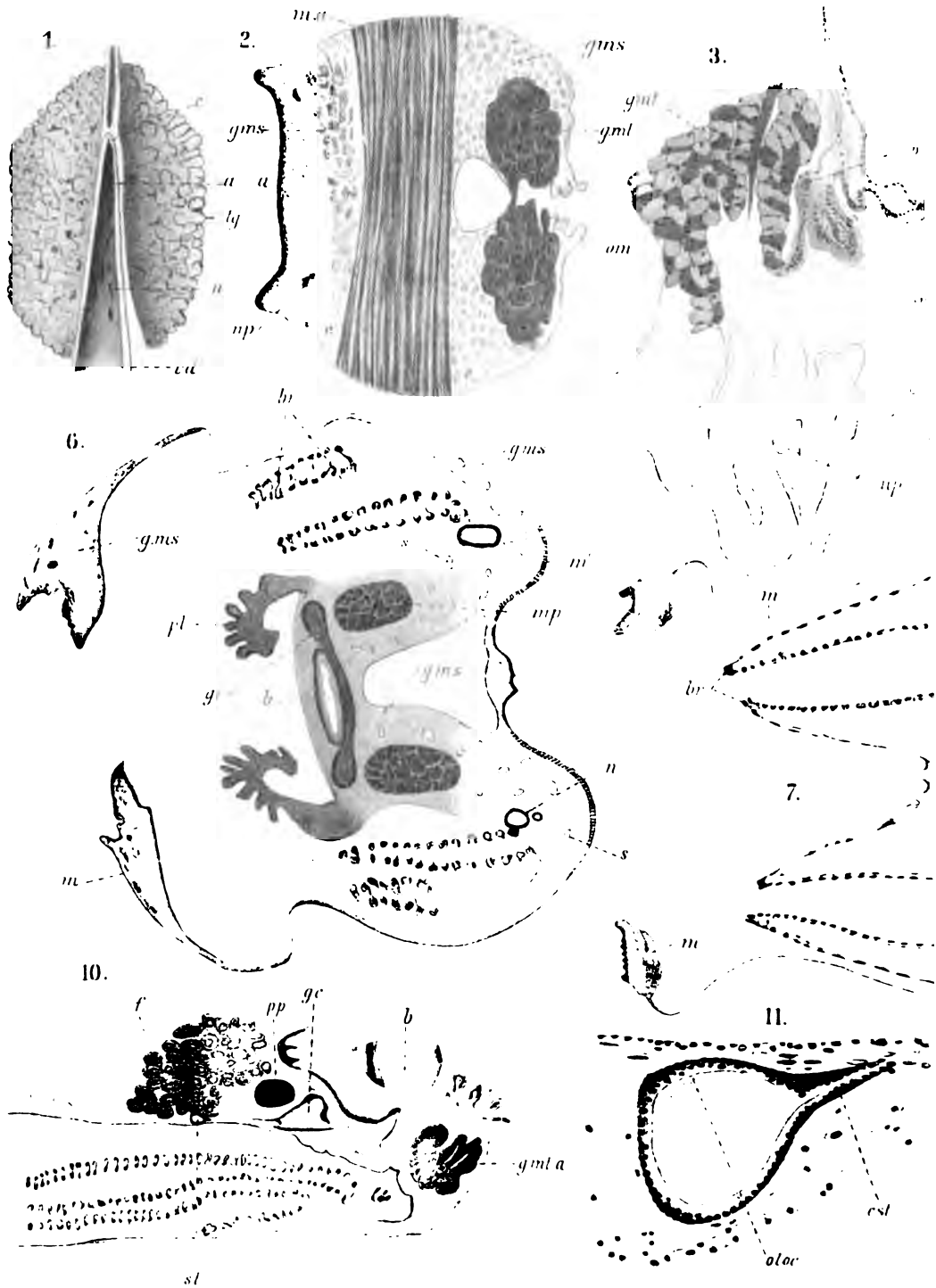


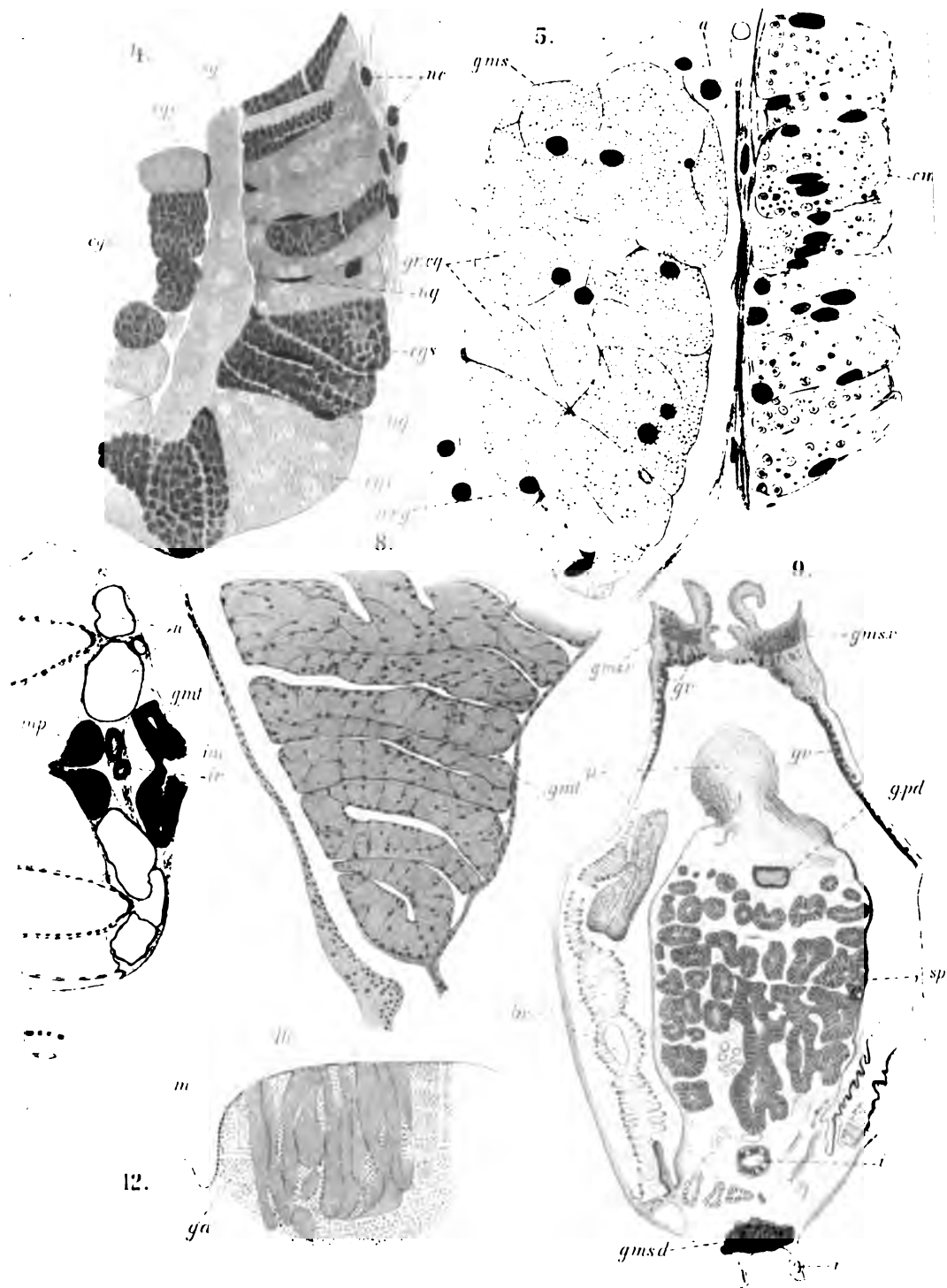


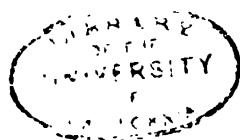












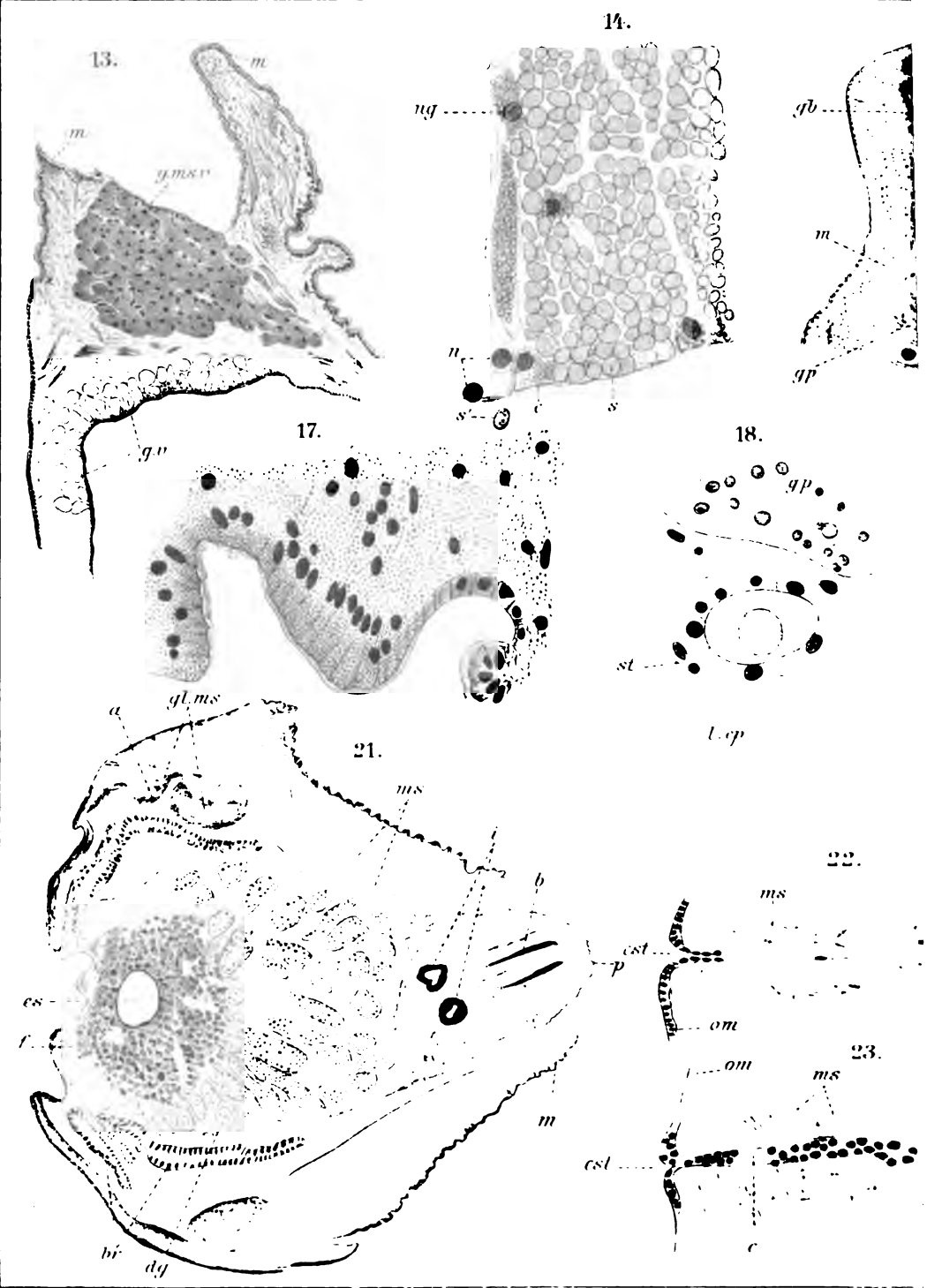




Fig. 3 A.



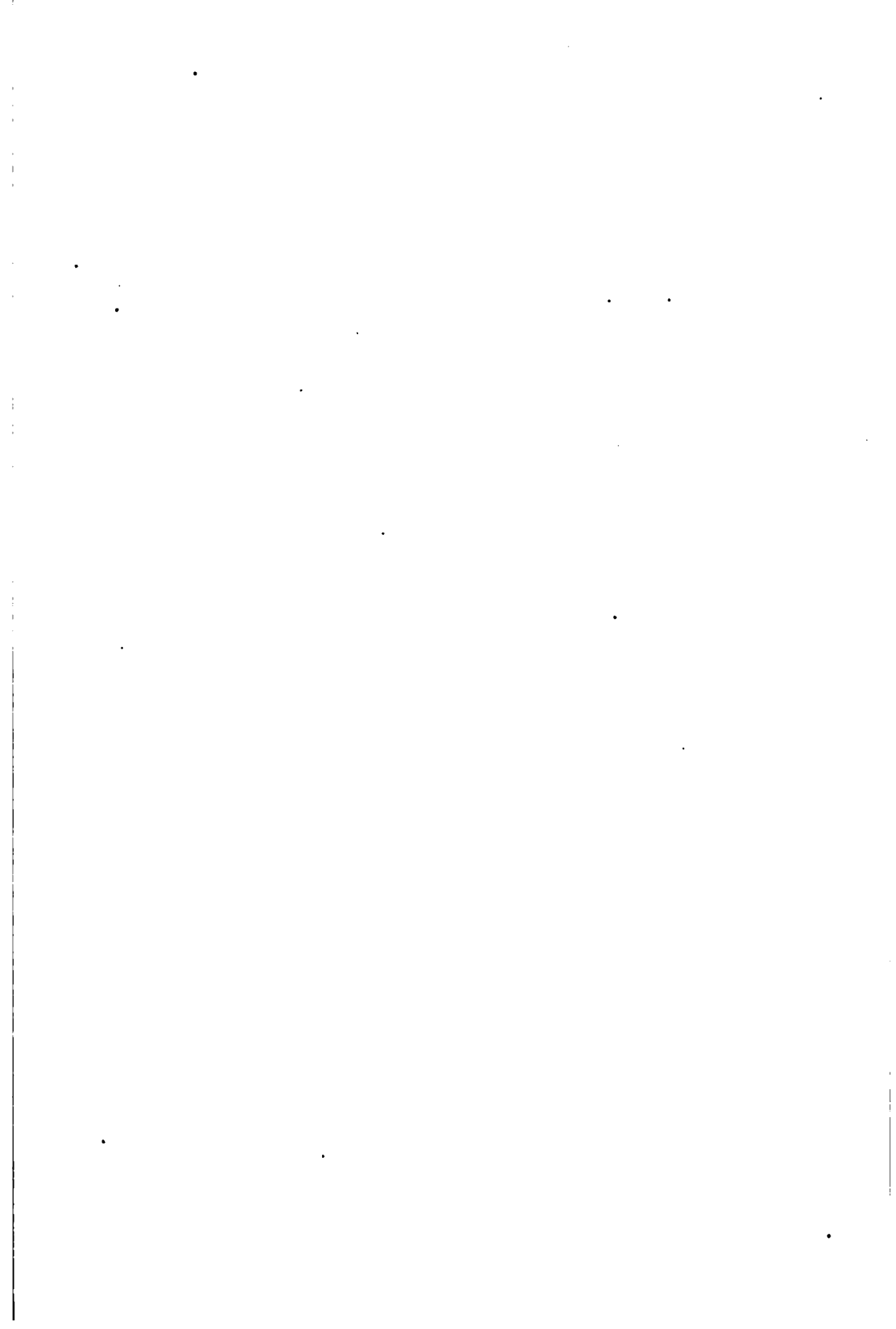


Fig.16.

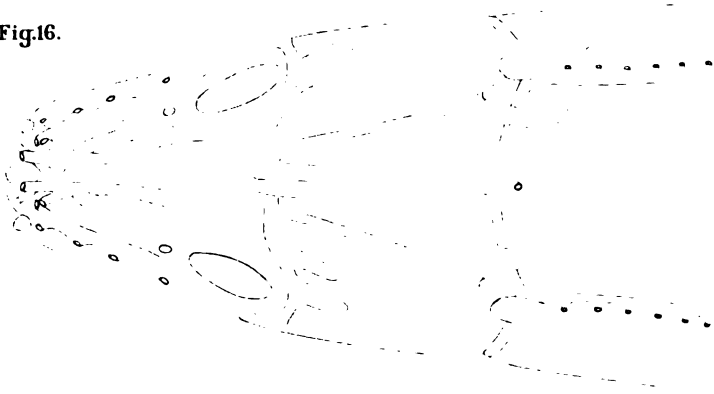


Fig.17.

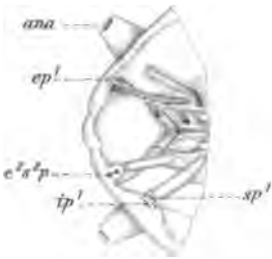


Fig.19.

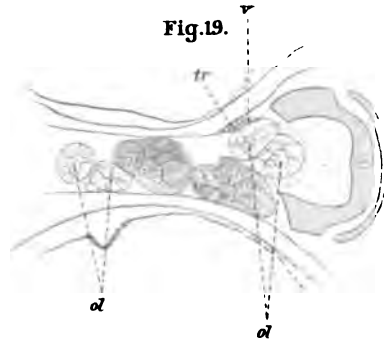


Fig.18.

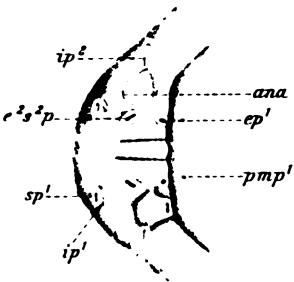


Fig.20.

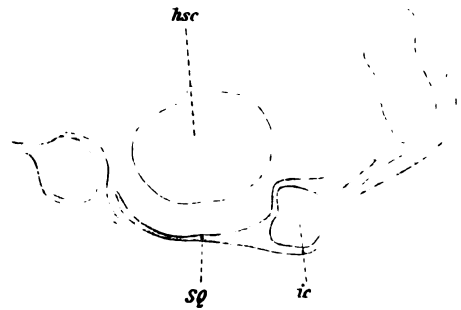
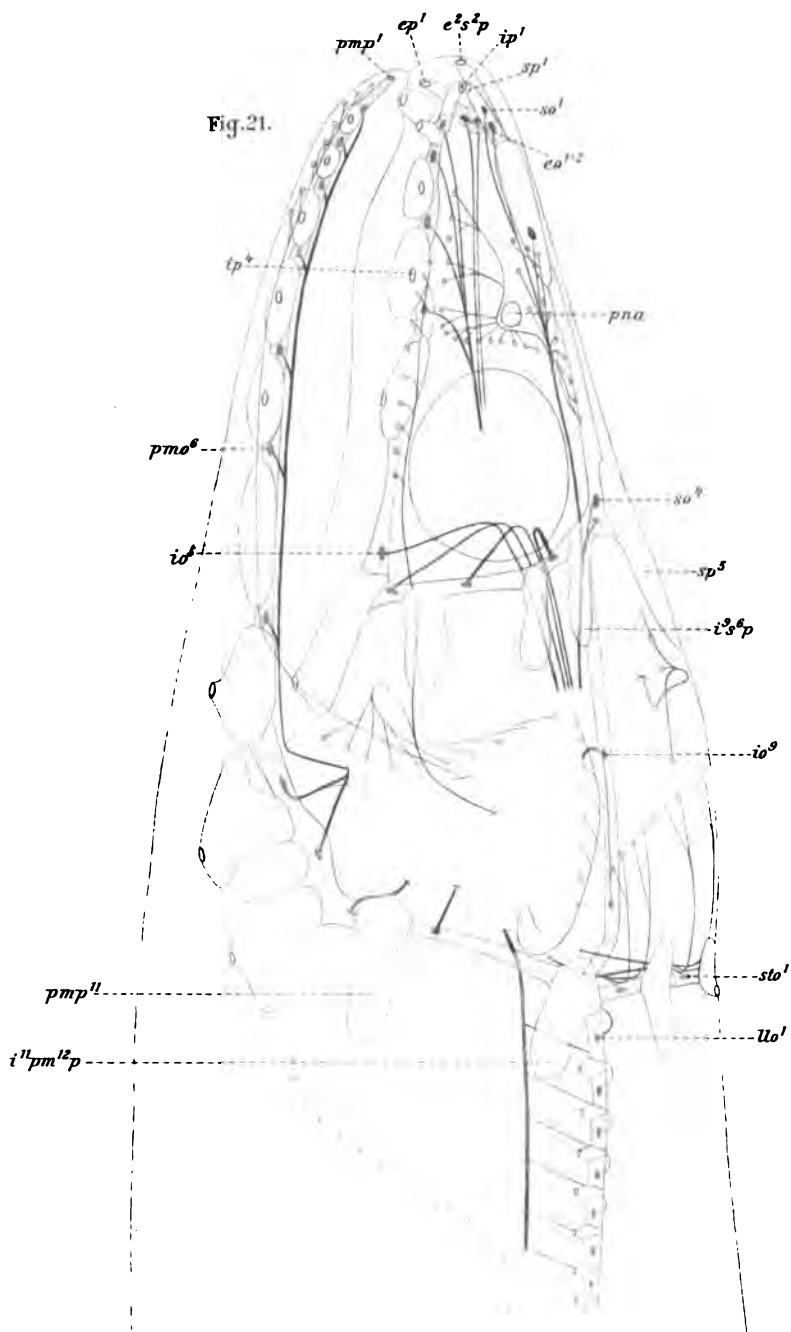
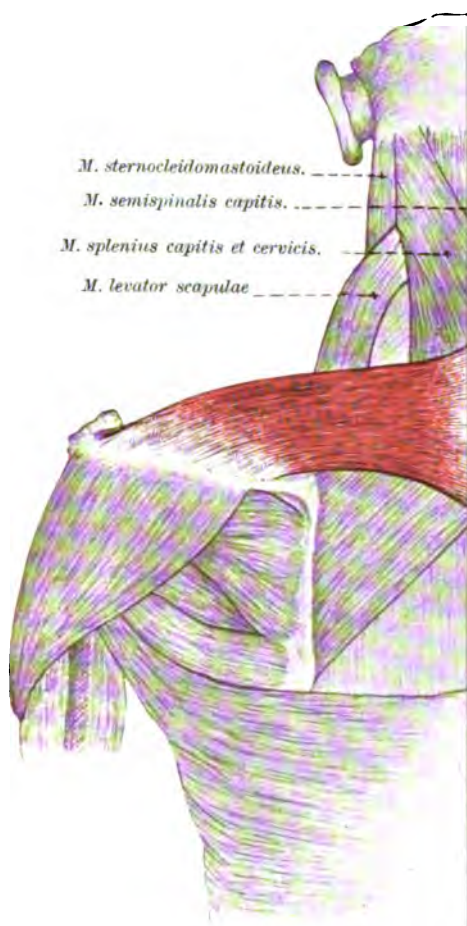


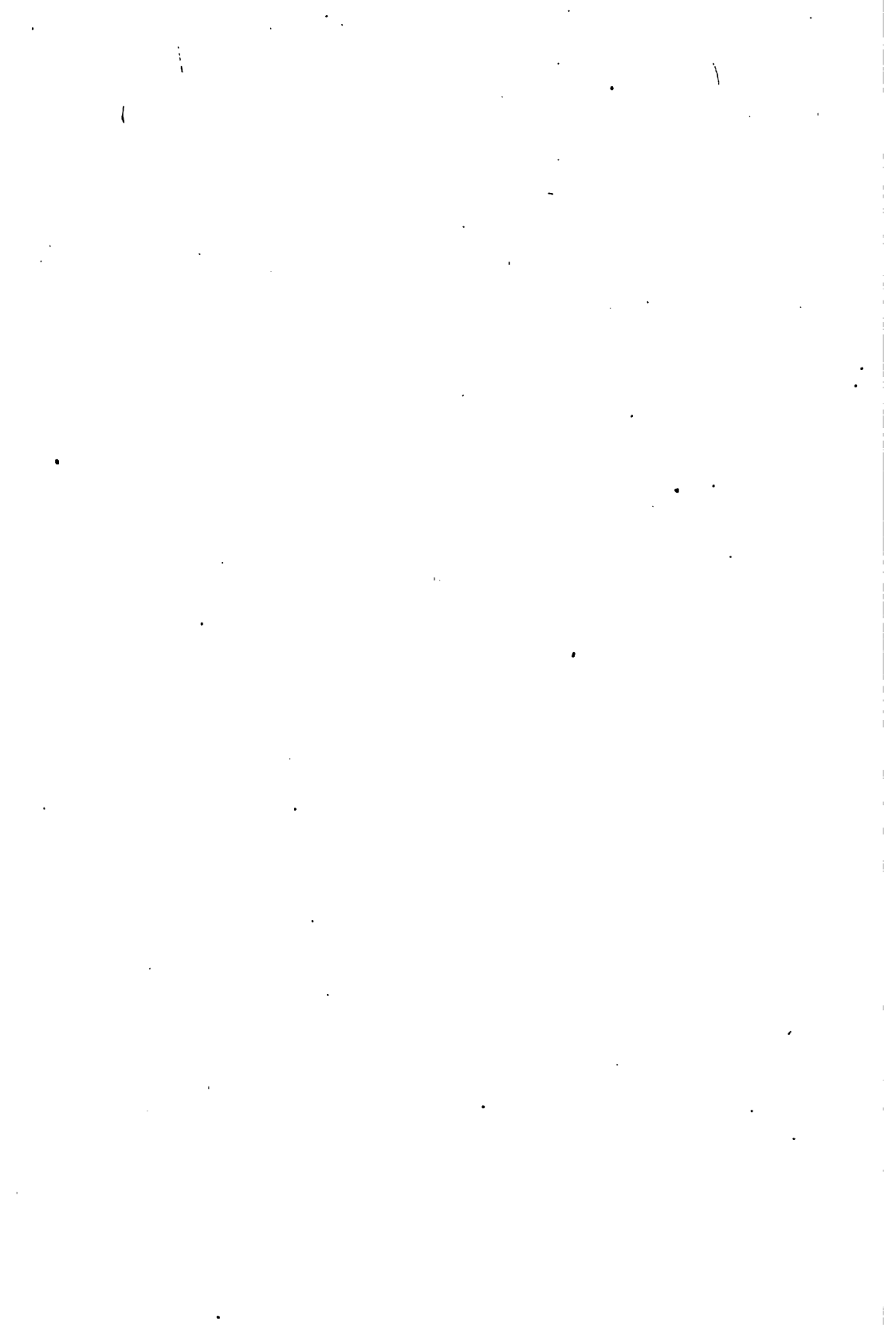
Fig.21.

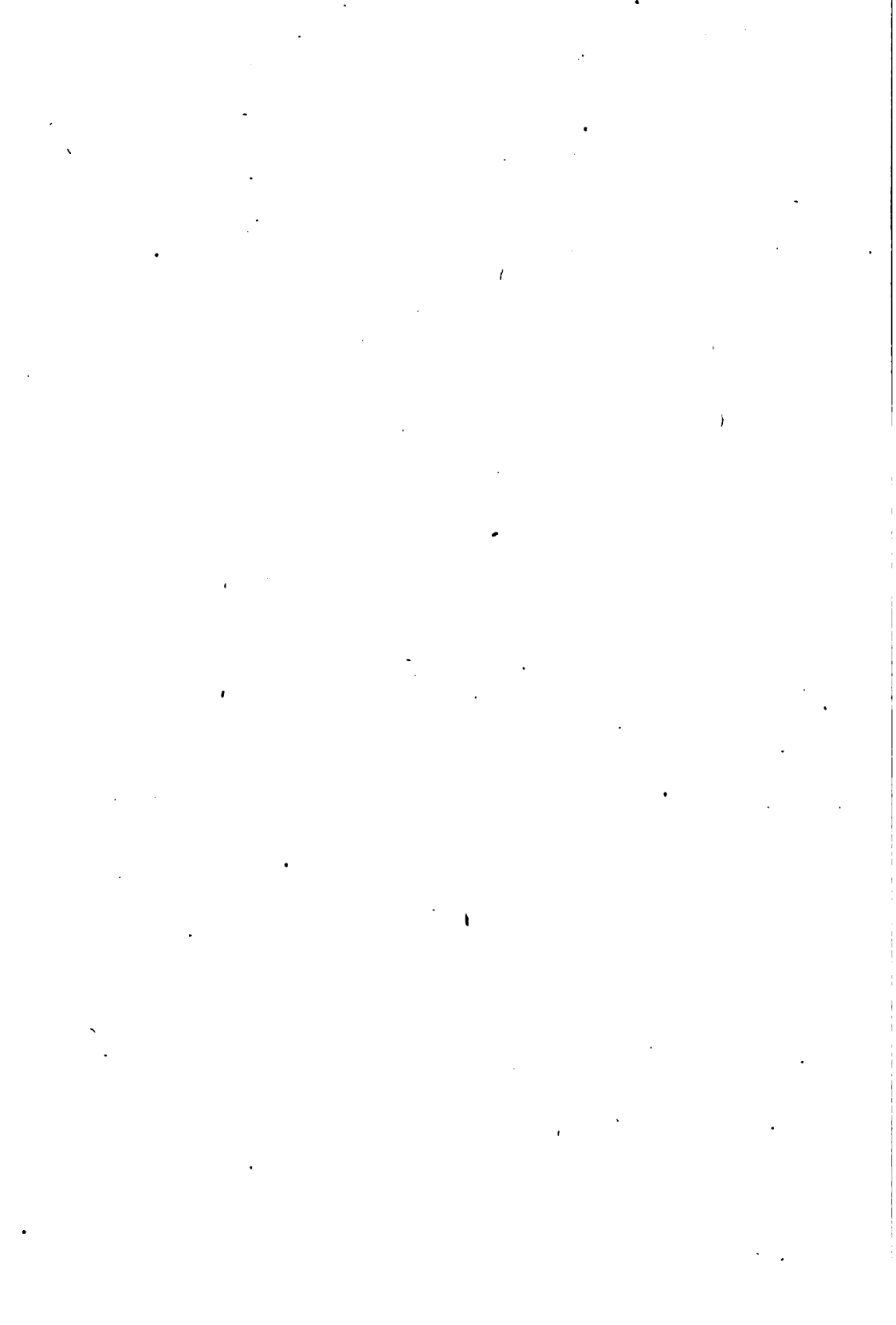












14 DAY USE

RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

Biology Library

This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.

Renewed books are subject to immediate recall.

APR 2 1959

IN BIOLOGY STACKS

MAR 23 1959

APR 6 '59 AR

ILL
Scripps
2nd only

NOV 21 1961

SEP 9 1964

SEP 14 1964

SEP 14 1964

~~JUL 28 1971~~LD 21-100m-6,'56
(B9311a10)476General Library
University of California
Berkeley

nter. monatschrift für
anatomie und physiologie

15
v.20

BIOLOGY
LIBRARY
G

MAY 5 1942 *Cu* - MAY 23 1942

180641

BIOLOGY
LIBRARY
G

UNIV

LIBRARY

GPI
I 5
v.20

